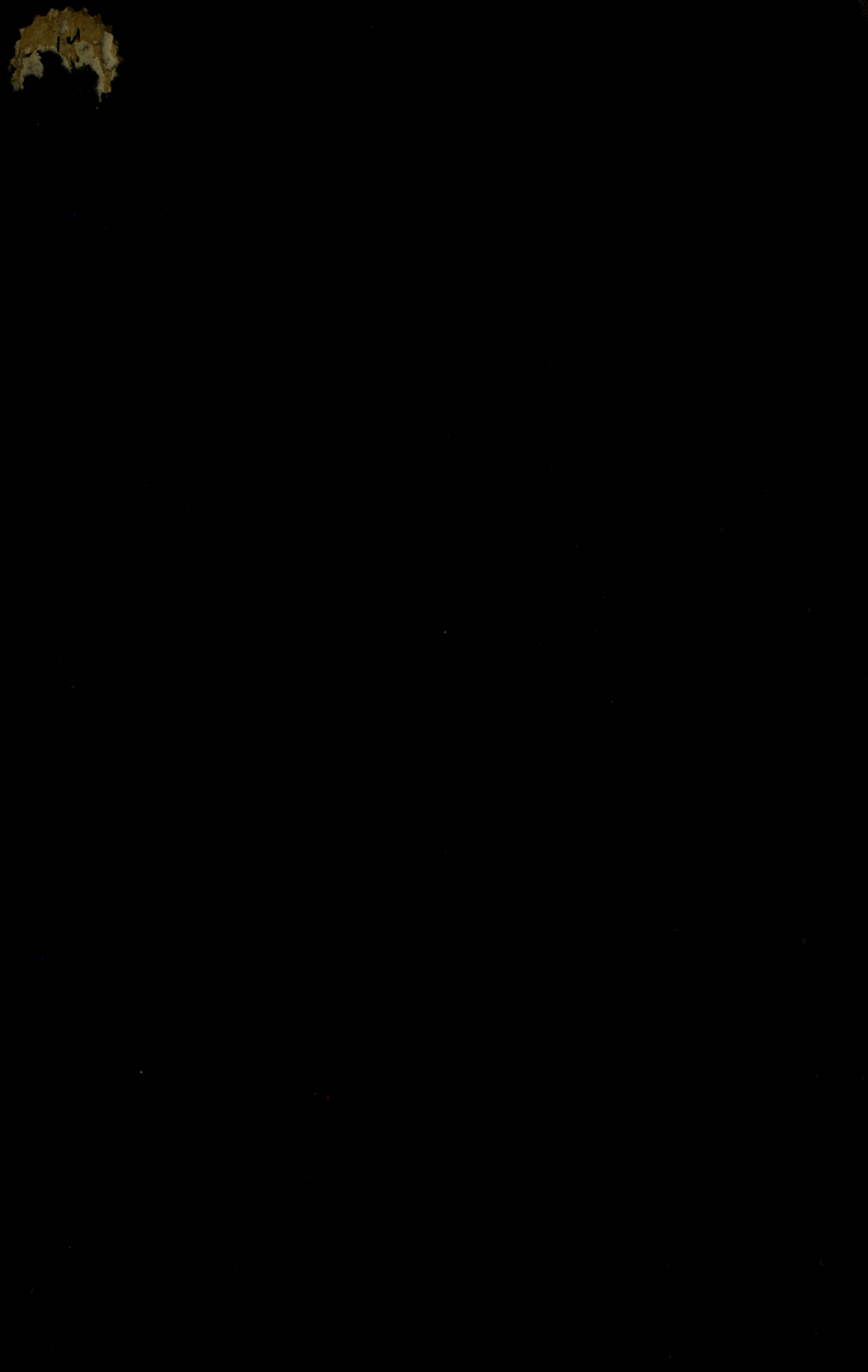
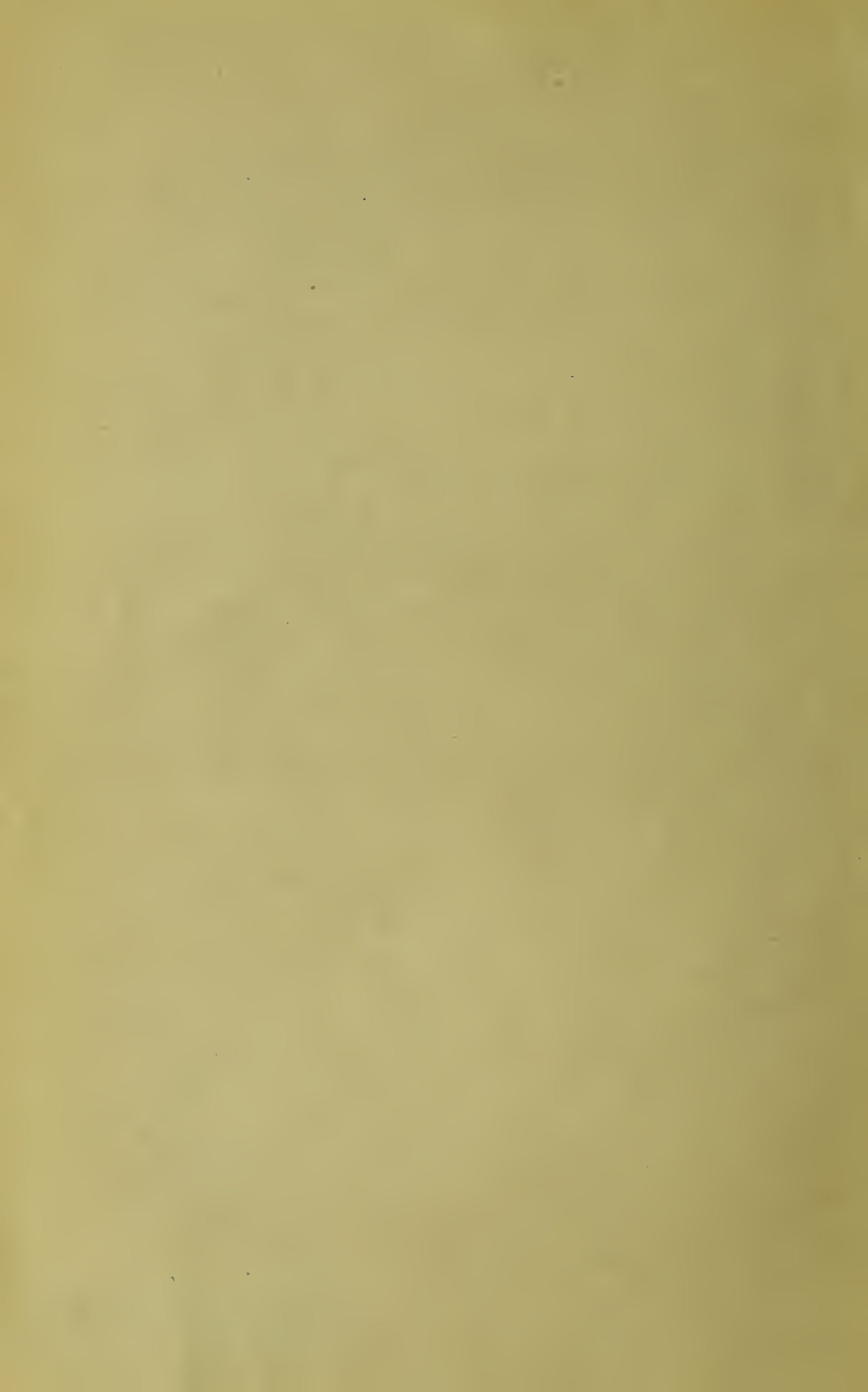



22102126034





v. Bechterew, Leitungsbahnen.





Die

Leitungsbahnen

im

Gehirn und Rückenmark.

Von

W. von Bechterew,
o. ö. Professor an der Universität Kasan.

Mit 16 Textabbildungen und einer lithographischen Tafel.

Übersetzt unter Mitwirkung des Verfassers
von
Doctorand J. Weinberg in **Jurjew-Dorpat.**





Leipzig
Verlag von Eduard Besold (Arthur Georgi)
1894.



Prof. **P. Flechsig,**

Direktor der Psychiatrischen Klinik zu Leipzig,

widmet sein Werk

in grösster Hochachtung

der Verfasser.



Inhaltsübersicht.

	Seite
Vorrede	IX
I. Kapitel. Einleitung. Untersuchungsmethoden des Faserverlaufs im Centralnervensystem	1
II. Kapitel. Von der Faserung des Rückenmarkes	11
III. Kapitel. Von der Faserung des Hirnstammes	49
IV. Kapitel. Von der Faserung des Kleinhirns	121
V. Kapitel. Von der Faserung der Grosshirnhemisphären	143
Erklärung der Tafel. Schematische Darstellung von Schnitten des Rückenmarkes, der Oblongata und des Gehirns mit Angabe des Verlaufes der wichtigsten Leitungsbahnen	181
Litteratur	190
Register	206



Vorrede zur deutschen Ausgabe.

Meine bescheidene Arbeit erscheint hiermit in deutscher Übersetzung und soll somit der Nation, welche auf dem Gebiete der Anatomie des Nervensystems mehr als jede andere das Recht hat, über errungene Erfolge stolz zu sein, zugänglich werden. Mich berührt diese mir zugefallene Ehre besonders wohlthuend, weil das vorliegende Werk in gewisser Hinsicht seine Entstehung den Beschäftigungen mit der Anatomie des Nervensystems, welchen ich im Verlaufe von 1884 und 1885 in einem der hervorragenden wissenschaftlichen Centra Deutschlands, in Leipzig, oblag, verdankt. Thatsächlich habe ich wohl schon viel früher, als Arzt an der Klinik für Geisteskranke in Petersburg, angefangen, mich mit der Anatomie des Nervensystems zu beschäftigen, jedoch erst die in Leipzig, im Laboratorium von Professor P. Flechsig, von mir ausgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen haben gleichsam den Anstoss zu meinen ferneren, bis auf die Gegenwart ununterbrochenen Forschungen auf dem Gebiete der Anatomie des Nervensystems gegeben. In Anbetracht dessen ist auch die vorliegende Arbeit meinem hochverehrten Lehrer, Professor P. Flechsig, in der wissenschaftlichen Welt rühmlichst durch die Einführung der entwickelungsgeschichtlichen Methode bei der Erforschung der Anatomie des Nervensystems und durch eine ganze Reihe von ihm

selbst und seinen Schülern nach dieser Methode vollführten Untersuchungen bekannt, gewidmet.

Um auf meine Arbeit zurückzukommen, muss ich dem Leser von vorn herein gleich mitteilen, dass ich mir die Aufgabe gestellt hatte, durch dieses Werk eine möglichst gedrängte Darstellung der zur Zeit vorhandenen Erfahrungen über die Leitungsbahnen des Hirns zu geben. Infolgedessen sind alle Einzelheiten über die äussere Form dieser oder jener Hirnbezirke und ebenso über die topographischen Beziehungen derselben zu einander von mir mit Stillschweigen übergangen, weil ich das als dem Leser aus anderen Werken über die Anatomie des Nervensystems mehr oder weniger bekannt voraussetzen konnte. Dagegen fand ich es für notwendig, an verschiedenen Stellen die physiologischen Thatsachen, so weit sie die Bedeutung dieser oder jener Leitungsbahnen erläutern und überhaupt in irgend welcher näheren Beziehung zu der uns interessierenden Frage stehen, wenn auch in ganz allgemein gehaltenen Zügen zu berücksichtigen.

Mir ist sehr wohl bewusst, dass die Zeit zu einer mehr oder weniger erschöpfenden Darstellung, zur Aufführung eines alle Untersuchungen über die Leitungsbahnen umfassenden Gebäudes noch nicht gekommen ist. Nichtsdestoweniger bin ich aber überzeugt, dass wahrscheinlich jeder sich mit der Anatomie des Nervensystems beschäftigende ein besonderes Bedürfnis nach einem Werke, das den gegenwärtigen Stand der Frage über die Leitungsbahnen des Hirns und mindestens den grössten Teil der in dieser Hinsicht bekannten Thatsachen giebt, gefühlt hat. Dieses Bedürfnis hat das vorliegende Werk im Auge gehabt; sein Ziel ist, den allgemeinen Bauplan des Nervensystems und das Schema der inneren Verbindungen des Hirns, folglich auch die Beziehungen seiner einzelnen Teile zu einander vorzuführen. In welchem Masse dieses Ziel erreicht worden ist, muss natürlich dem Leser selbst zu beurteilen überlassen bleiben. Ich wäre schon ganz zufrieden, wenn meine Arbeit, die natürlich auch ihre schwachen Seiten hat, für diejenigen, welche mit dem gegenwärtigen Stande der in der neuesten Neuropathologie eine so ansehnliche Rolle spielenden Frage über die Leitungsbahnen des Hirns

eine nähere Bekanntschaft zu machen wünschen, nicht so ganz nutzlos sich erweisen wird.

Kasan, August 1893.

W. v. Bechterew.

Begleitwort zu v. Bechterew's Leitungsbahnen.

Es bleibt mir übrig, den obigen Ausführungen meines Herrn Kollegen ein kurzes Begleitwort beizufügen. Schon meiner eigenen besseren Orientierung wegen hatte ich den Wunsch zu verwirklichen gesucht, das grosse russische Sammelwerk der Histologie von Lawdowsky-Owsjannikow in deutscher Übertragung vor mir zu haben; dieser Plan aber musste aufgegeben werden. So war ich denn bestrebt, wenigstens die in jenem Werke zuerst veröffentlichten Leitungsbahnen von Prof. v. Bechterew, von welchen ich wusste, dass sie viel wichtiges enthielten, in deutscher Ausgabe zu veröffentlichen. Einer unserer hiesigen Doctoranden, welcher die russische und deutsche Sprache gleich gut beherrscht, kam meinem Wunsche gern entgegen; wir freuen uns beide, dem deutschen gelehrten Publikum das interessante Werk nunmehr vorlegen zu können.

Jurjew-Dorpat.

A. Rauber.

Vorrede zur russischen Ausgabe.

Mein in den „Grundzügen der mikroskopischen Anatomie des Menschen und der Tiere“, herausgegeben von M. Lawdowsky und F. Owsjannikow 1877—1878, erschienenes Kapitel über die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark ist bei uns in Russland, aber auch im Ausland, nicht ohne Beachtung geblieben. Dafür sprechen mehrfache an mich

ergangene Vorschläge, meine Arbeit in fremdländische Sprachen zu übersetzen.

Allein die Zeit, die allen Dingen ihren Stempel aufdrückt, geht bekanntlich auch an Arbeiten wissenschaftlichen Inhaltes nicht spurlos vorüber. Schon aus diesem Grunde erschien, wollte ich meine Zustimmung zur Herausgabe einer Übersetzung geben, eine Neubearbeitung des genannten Kapitels geboten. Letzterem Umstande soll das vorliegende Werk Rechnung tragen.

Als ich an eine Umarbeitung meiner Abhandlung schritt, musste nicht allein die gesammte neuere Litteratur über die Leitungsbahnen im Centralnervensystem gesichtet werden; vielmehr heischte eine ganze Reihe erst in jüngster Zeit aufgetretener Fragen eine vollständige Neubearbeitung: eine keineswegs leichte, nur mit Aufwand von sehr viel Zeit und Mühe zu bewältigende Aufgabe.

Indessen angesichts der grossen Wichtigkeit, welche die Kenntnis der Leitungsbahnen für diejenigen in sich birgt, die mit dem Studium der Funktionen bezw. der krankhaften Störungen im Bereiche des Centralnervensystems sich befassen, erscheint jede, auch die schwerste Arbeit verlockend und lohnend, wenn sie ihr Ziel: die Verbreitung von Kenntnissen auf diesem Gebiete zu erleichtern, mehr oder minder vollständig erreicht.

In welchem Masse vorstehende Arbeit der Verwirklichung ihrer ersten und wesentlichsten Aufgabe: in kurzer Fassung die wichtigsten Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark zu schildern und so denjenigen, die mit der Gehirnanatomie schon einigermassen vertraut sind, das Verständnis der gegenseitigen Beziehungen der im Centralnervensystem angehäuften Massen grauer Substanz zu erleichtern, — nahegekommen ist, darüber muss ich mich jedes Urteils enthalten. Ich habe die Genugthuung, nach dieser Richtung hin keine Mühe gescheut zu haben.

Kasan, August 1892.

W. v. Bechterew.

I. Kapitel.

Einleitung.

Die Untersuchungsmethoden des Faserverlaufes im Centralnervensystem.

Das Centralorgan des Nervensystems besteht, abgesehen von dem Stützgewebe, der Neuroglia, stellenweise auftretenden Bindegewebszellen, die Hirnhöhlen auskleidenden epithelialen Elementen und die Gehirnsubstanz ernährenden Gefässen, aus zweierlei Arten nervöser Bildungen: 1) Nervenzellen (Ganglienzellen) und 2) Nervenfasern.

Die Nervenzellen finden sich meist mehr oder weniger dicht angehäuft und bilden den Hauptbestandteil der einzelnen Nester grauer Substanz bezw. der Hirnkerne. Nur stellenweise sind Nervenzellen innerhalb weisser Substanz zerstreut anzutreffen, wodurch es zur Bildung jener zerstreuten grauen Substanz kommt, der wir z. B in der Formatio reticularis begegnen.

Die Nervenfasern treten entweder zerstreut innerhalb der grauen Substanz auf, oder sind zu Bündeln gefügt, welche kürzere oder längere Strecken im Rückenmark und Gehirn zurücklegen, um einerseits die einzelnen Zellelemente dieses oder jenes Teiles der grauen Substanz mit einander, andererseits aber auch mit solchen entfernterer Gebiete des Centralnervensystems, und endlich mit dem peripheren Nervensystem zu verbinden.

Die Anatomie des Centralnervensystems beschränkt sich nicht etwa auf eine Beschreibung der topographischen Lagerung der grauen und weissen Substanz und des inneren Baues der letzteren, vielmehr ist es ihre Aufgabe, die Beziehungen, welche innerhalb des Centralorgans zwischen den einzelnen Nestern grauer Substanz bestehen, möglichst vollständig klarzulegen.

Allein zur Lösung dieser wichtigen Aufgabe reichen die gewöhnlichen Methoden der histologischen Untersuchung, trotz aller Fortschritte der modernen mikroskopischen Technik, bei weitem nicht aus; wir begegnen nicht selten unüberwindlichen Schwierigkeiten, teils infolge des sich überallhin gleichbleibenden Aussehens der Nervenfasern, teils infolge des Umstandes, dass innerhalb des Rückenmarkes und Gehirns die einzelnen Faserbündel sich dicht an einander legen, nicht selten durch Verflechtung einzelner Fasern mit einander sich vermischen, ja an einzelnen Stellen sogar wirkliche Kreuzungen eingehen.

Aus diesen Gründen ist die alte Abfaserungsmethode, welche behufs Erforschung des Zusammenhanges der Teile des Centralnervensystems die weisse Substanz des erhärteten Gehirns methodisch in einzelne Bündel oder Systeme zerlegte, notgedrungen ganz verlassen worden. Statt dessen haben sich zu einer hervorragenden wissenschaftlichen Bedeutung ganz specielle Methoden aufgeschwungen, von denen wir hier die folgenden anführen:

I) Die vergleichende Methode der fortlaufenden Schnittreihen, die zuerst von Stilling systematisch geübt wurde.

Der zu untersuchende Teil wird nach dieser Methode in eine fortlaufende Reihe zur mikroskopischen Untersuchung geeigneter Schnitte zerlegt. Die topographische Verteilung der Nervenzellengruppen und Nervenfaserbündel auf jedem einzelnen Schnitt und der Vergleich verschiedener Serienschnitte mit einander giebt uns in vielen Fällen die Möglichkeit an die Hand, den Verlauf bestimmter Faserbündel oder Fasersysteme und den Zusammenhang der

letzteren mit bestimmten Gebieten grauer Substanz zu verfolgen. Ferner lassen sich durch Messung des Querschnittes verschiedener Fasersysteme an Schnitten aus verschiedener Höhe (Stilling) die Beziehungen der gemessenen Faserbündel zu bestimmten Formationen feststellen.

Diese Methode, deren praktische Handhabung erst durch die Erfindung des Mikrotoms ermöglicht war, versagt jedoch in jenen Fällen, wo die Faserbündel sich dicht mit einander verflechten, oder wo die Nervenfasern, anstatt zu abgegrenzten Bündeln zusammenzutreten, nach verschiedenen Richtungen hin auseinandergehen. Dafür bietet sie in Kombination mit anderen Untersuchungsmethoden den Vorteil, dass die Präparate an Klarheit und Anschaulichkeit sehr viel gewinnen.

II) Behandlung der Präparate mit Farbstoffen.

Diese Methode, von Gerlach durch die Einführung des Karmins in die Histologie des Nervensystems angebahnt, basiert auf dem Prinzipe, dass gewisse chemische Reagentien und Farbstoffe nur auf ganz bestimmte Gewebsformationen (Nervenfasern und Nervenzellen) einwirken, die anderen Gewebsbestandteile hingegen entweder gar nicht oder in relativ bedeutend schwächerem Masse beeinflussen.

Die Histologie des Nervensystems gebietet gegenwärtig über ein ganzes Arsenal von Farbstoffen, die alle für den einen oder den anderen speciellen Zweck mehr oder weniger leistungsfähig sind. Für das Studium des Faserverlaufes jedoch kommen, ausser dem üblichen Karmin und Pikrokarmin, nur noch folgende zwei Methoden besonders in Betracht: 1) das Färben der Schnitte mit Goldpräparaten und 2) mit Hämatoxylin nach Weigert, oder die verschiedenen Modifikationen dieses Verfahrens, z. B. nach Pahl.

Die genannten Färbungsmethoden, unter denen der letzteren, d. h. der Hämatoxilinmethode zweifellos der erste Rang gebührt, leisten besonders bei der Untersuchung des Faserverlaufes innerhalb der grauen Substanz des Rückenmarkes und Gehirnes unschätzbare Dienste.

Eine grössere Bedeutung für die Histologie des Centralnervensystems erlangte neuerdings die Methode der Versilberung nach Golgi. Sie gewährt den besten Einblick in die Beziehungen der Nervenzellen zu den Nervenfasern und lässt uns Verbindungen erkennen, die bei anderen Färbungsmethoden nicht mit genügender Deutlichkeit hervortreten.

III) Die vergleichend-anatomische Methode, die von Meynert und seinen Nachfolgern bearbeitet wurde.

Diese Methode hat bereits in zahlreiche, auf den gegenseitigen Zusammenhang centraler Gebiete des Nervensystems sich beziehende Fragen Klarheit gebracht.

Sie geht von der Thatsache aus, dass bei verschiedenen Tieren die Ausbildung peripherer Organe proportional ist der Entwickelung derjenigen centralen Apparate, in welchen die den ersteren zugehörigen Leitungsapparate enden. An der Hand der vergleichend-anatomischen Untersuchung wird also der gegenseitige Zusammenhang einzelner Teile des Nervensystems aus der relativen Ausbildung der letzteren bei differenten Tierspecies erschlossen.

Aber noch in einer weiteren Beziehung hat sich die vergleichend-anatomische Forschung sehr fruchtbringend erwiesen: das Studium der relativ einfachen Architektur von Gehirnteilen niederer Tiere erleichtert uns sehr wesentlich das Verständnis des Baues dieser Organe bei den höheren Wirbeltieren.

IV) Die embryologische oder **entwickelungsgeschichtliche Methode**, die zur Erforschung der Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark von Flechsig und seinen Schülern mit grossem Erfolge verwertet worden ist.

Sie basirt auf der Thatsache, dass die Nervenfasern verschiedener Teile des Centralnervensystems zu sehr verschiedenen Zeiten der embryonalen Entwickelung ihr Nervenmark erhalten. Die Markscheidenbildung schreitet, wie sich des weiteren gezeigt hat, nach ganz bestimmten Fasersystemen und Faserbündeln fort. Im Allge-

meinen lassen sich die verschiedenen Teile des Nervensystems nach der Zeitfolge der Markscheidenbildung in folgende Reihe bringen:

Am allerfrühesten erhalten ihr Nervenmark ein Teil der Fasern der peripheren Nervenstämme und die Reflexbahnen des Rückenmarkes und der Medulla oblongata; darauf folgen die Fasern des Kleinhirns; weiter diejenigen Fasern, welche die Rinde der Hirnhemisphären mit der grauen Substanz des Rückenmarkes und des Hirnstammes verbinden; endlich die im Gebiete der Grosshirnhemisphären liegenden Fasern. Von allen Fasern des Centralnervensystems überhaupt, und der Hirnhemisphären im besonderen, tritt die Markscheidenbildung der Associationsfasern der Hirnrinde am spätesten auf.

Wir finden demnach bei der Untersuchung des fötalen oder kindlichen Centralorgans verschiedener Altersperioden, dass gewisse Fasern bereits eine Markscheide besitzen, andere dagegen des Markes noch ganz entbehren. Da nun die markhaltigen Fasern mikroskopisch den marklosen gegenüber sehr sinnfällige Unterschiede dar bieten, so haben wir in der Untersuchung des Nervensystems zu verschiedenen Perioden der embryonalen Entwickelung ein Mittel, dieses oder jenes Fasersystem von allen übrigen scharf zu sondern. Da aber ferner die Entwickelung der verschiedenen Fasersysteme zweifellos in einem Abhängigkeitsverhältnis zu der Entwickelung derjenigen centralen Apparate steht, in welchen die ersteren enden, so gestattet uns diese Methode auch, Schlüsse auf die Entwickelung bestimmter Hirncentra zu ziehen.

Die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung hat noch den Vorzug, dass sie für das Studium fast aller Teile des Centralnervensystems mehr oder weniger verwertbar ist. Dies gilt insbesondere für gewisse, durch ungewöhnlich komplizierte Struktur ausgezeichnete Gebiete des Centralnervensystems, deren Untersuchung bei Anwendung anderer Methoden entweder keine, oder wenn überhaupt, so doch ganz ungenaue Resultate ergiebt.

Die embryologische Methode kann endlich in sehr vorteilhafter Weise mit der vergleichend-anatomischen Untersuchung kombiniert werden.

V) **Die Methode der Entwickelungshemmung oder Atrophie,** von Gudden und seinen Schülern systematisch durchgeführt, geht von der Erfahrung aus, dass gewisse Teile des Centralnervensystems auf einer unvollkommenen, meist fötalen Entwickelungsstufe stehen bleiben, oder ganz atrophisch werden, wenn die ihnen korrespondierenden Organe infolge ungünstiger, von Anbeginn des extra-uterinen Lebens das Individuum treffender Bedingungen ausser Funktion gesetzt sind. Analoge Entwickelungshemmungen centraler oder peripherer Organe finden sich im Gefolge von künstlich an jungen Tieren erzeugten oder durch pathologische Prozesse in frühen Entwickelungsperioden hervorgerufenen Zerstörungen korrespondierender peripherer oder centraler Organe. Daraus ist ohne weiteres ersichtlich, dass wir an der Hand dieser Methode uns einen ganz genauen Aufschluss über den gegenseitigen Zusammenhang von Teilen des Nervensystems verschaffen können. Jedoch arbeitet — und daran ist festzuhalten — die Methode der Entwickelungshemmung nur dann genau, sofern sie positive Resultate ergiebt, d. h. wir dürfen auf einen Zusammenhang zweier Teile des Nervensystems nur dann mit Sicherheit schliessen, wenn nach Zerstörung des einen der andere atrophisch wird. Keinesfalls aber ist, wie das früher und von einigen Autoren noch jetzt geschieht, der umgekehrte Schluss gestattet, wenn nach Zerstörung des einen Teiles eine nennenswerte Atrophie des anderen Teiles aus irgend welchen Gründen ausbleibt.

VI) Hieran schliesst sich eine weitere **Untersuchungsmethode** an, welche die **angeborenen Entwickelungshemmungen** und **Missbildungen** im Bereiche des Centralnervensystems ins Auge fasst. Dieselbe erfreut sich aber gegenwärtig noch keiner allgemeinen Verbreitung.

VII) **Die pathologisch-anatomische Untersuchungsmethode** oder **die Methode der secundären Degenerationen** ist durch die Untersuchungen von Türck in die neurologische Forschung eingeführt worden. Ihr liegt der Satz zu Grunde, dass die Nervenfasern in

ihrer Ernährung von der Integrität der Nervenzellen abhängig sind, von welchen sie ihren Ausgangspunkt nehmen; die Zerstörung der Nervenzelle hat daher eine Degeneration der von ihr ausgehenden Nervenfaser zur Folge. Dass letztere dem Untergange preisgegeben ist, wenn die erstere zerstört ist, wird uns durch die Überlegung verständlich, dass die Nervenfaser in der That nur einen verlängerten Fortsatz der Nervenzelle darstellt.

Die Methode der sekundären Degenerationen beim Studium des Faserverlaufes im Centralnervensysteme hat, dank ihrer aussergewöhnlichen Präzision, bereits glänzende Resultate geliefert. Sie wird in neuester Zeit in immer ausgedehnterem Massstabe gehandhabt, wodurch Arbeiten zu Tage gefördert wurden, die unser Wissen über den inneren Zusammenhang einzelner Teile des Nervensystems bedeutend erweitert, ja in mancher Beziehung ganz besonders gefestigt haben. Welche Perspektiven die Methode der sekundären Degenerationen uns noch für die Zukunft eröffnet, können wir uns leicht aus dem Umstande ableiten, dass die Lehre der Abhängigkeit der Ernährung der Nervenfaser von der Integrität der zugehörigen Nervenzelle schon jetzt als Naturgesetz betrachtet werden kann.

VIII) Die physiologische Methode oder die Methode der Vivisektion beruht darauf, dass wir am Tier einerseits durch direkte (namentlich elektrische) Reizung bestimmte Centren resp. Fasern in Thätigkeit versetzen, andererseits durch Zerstörung dieser Centren bezw. Durchschneidung der Fasern die Funktion derselben aufzuheben imstande sind. Aus den Erscheinungen, welche wir am Tiere auftreten sehen, schliessen wir auf einen Zusammenhang bestimmter Teile des Nervensystems mit den peripheren Leitungsapparaten. Hierbei können wir ganz bestimmte Nervenfasern nach ihrer Funktion von anderen trennen. Da wir mit Hilfe dieser Untersuchungsmethode die Richtung der Nervenfaser in ihrem ganzen Verlaufe zu verfolgen vermögen, so muss sie uns in jedem einzelnen Falle sehr wertvolle Dienste leisten können. Sie gewinnt aber ganz besonders an Be-

deutung durch den Umstand, dass neben der Verlaufsrichtung gleichzeitig auch die physiologische Bedeutung der Fasern erkannt wird, über welche uns die anderen bis jetzt erwähnten Methoden völlig im Unklaren lassen.

Berücksichtigt man ausserdem, dass die Vivisektion als Methode überhaupt in sehr ausgedehntem Masse Anwendung findet, so wird ihre grosse Wichtigkeit für das Studium des Faserverlaufes verständlich. Die experimentelle Nervenphysiologie dient hier den Zwecken der Anatomie in nicht minderem Grade, als den Zwecken der Physiologie selbst, und man kann, ohne zu übertreiben, sagen, dass die meisten physiologischen Entdeckungen im Gebiete des Centralnervensystems in sehr erheblichem Masse auch die Entwickelung unserer anatomischen Vorstellungen von den im Gehirn und Rückenmark bestehenden Verbindungen gefördert haben.

An die Methode der Vivisektion lehnt sich an

IX) Die pathologisch-physiologische Methode. Sie beruht auf einem ähnlichen Prinzip, wie die vorige; auch hier handelt es sich um Zerstörung von Teilen des Centralnervensystems: was aber dort die Hand des Experimentators am Tiere, das thut hier die Natur selbst durch pathologische Vorgänge am nervösen Centralorgane des Menschen.

Hiermit schliessen wir die Reihe der wesentlichsten Methoden die uns bei der Untersuchung des Faserverlaufes im Centralnervensystem zur Verfügung stehen. Da die Verwendbarkeit jeder einzelnen Methode durch bestimmte Grenzen gekennzeichnet ist, über welche hinaus sie versagt, so ist ein eingehendes und genaues Studium des Faserverlaufes nur denkbar bei Anwendung aller oder wenigstens vieler Methoden nach einander: versagt die eine Methode oder liefert sie aus irgend welchen Gründen keine positiven Resultate, so treten andere Methoden in ihre Rechte.

Trotz dieses scheinbaren Überflusses an speziellen Untersuchungsmethoden sind wir gegenwärtig von unserem Endziel, den Verlauf

aller Faserbündel im Centralnervensystem zu erkennen, noch weit entfernt. Diese Lückenhaftigkeit unserer Kenntnisse bezieht sich insbesondere auf das Gehirn, wo gewisse sehr wichtige Verbindungen, wie z. B. die Verbindung einiger sensibler und motorischer Kerne der Medulla oblongata mit der Rinde der Hemisphären, theoretisch wohl zuzugeben, anatomisch aber nur unvollkommen oder gar nicht erkannt sind.

Der folgenden Darstellung sollen nur diejenigen Verknüpfungen innerhalb des Gehirnes und Rückenmarkes zu Grunde gelegt werden, welche schon jetzt mehr oder weniger vollständig erkannt sind; nach Möglichkeit übergangen sind alle jene mutmasslichen Verbindungen zwischen einzelnen Nestern grauer Substanz, welche leider noch jetzt in einigen Handbüchern der Gehirnanatomie ihren Platz behaupten.

Da die Nervenfasern bestimmt sind, die verschiedenen Nester grauer Substanz mit einander, aber auch mit der peripheren Leitung zu verbinden, so erscheint es am zweckmässigsten, den Verlauf der Faserbündel im Centralnervensysteme gemäss denjenigen Abteilungen grauer Substanz zu schildern, zu deren gegenseitiger Verbindung sie dienen. In diesem Sinne lässt sich die gesammte graue Substanz in folgende Hauptgruppen einteilen:

1) Die graue Substanz des Rückenmarkes.

2) Die graue Substanz des Hirnstammes.

3) Die graue Substanz des Kleinhirns mit ihren Kernen.

4) Die graue Substanz der Hemisphären. Hierher zählen wir die Hirnrinde mit jenen Hirnganglien, die man auch unter dem Kollektivnamen Corpus striatum (Streifenhügel) zusammenfasst.

Auf dieser Einteilung der grauen Substanz basierend, können wir auch die im Centralnervensysteme enthaltenen Fasern in ganz entsprechender Weise einteilen. Wir haben also:

1) Die Fasern des Rückenmarkes,

2) Die Fasern des Hirnstammes, unter denen wir Faser-

bündel zu besprechen haben, welche die verschiedenen Abschnitte der grauen Substanz des Rückenmarkes und des Hirnstammes unter einander verbinden.

3) Die Fasern des Kleinhirns, d. h. diejenigen Fasern, welche das Kleinhirn mit der grauen Substanz des Rückenmarkes und mit den Kernen des Hirnstammes, ausserdem aber die einzelnen Teile des Kleinhirns unter einander verbinden.

4) Die Fasern der Grosshirnhemisphären. Hierher gehören

a) Faserbündel, welche die Grosshirnrinde und die Grosshirnganglien mit der grauen Substanz des Rückenmarkes und mit den Kernen des Hirnstammes verbinden: sg. Projektionsfasern.

b) Faserbündel, welche die einzelnen Teile der Grosshirnrinde mit einander verbinden: sog. Associationsfasern.

II. Kapitel.

Von der Faserung des Rückenmarkes.

Die graue Substanz des Rückenmarkes erstreckt sich in Form einer ununterbrochenen Säule vom Conus medullaris bis zum verlängerten Mark. Sie enthält zellige Elemente, welche zum Teil grössere oder kleinere Gruppen bilden, zum Teil mehr oder weniger zerstreut, solitär auftreten. In dem vorderen Abschnitt der grauen Substanz, und speziell im Vorderhorn, unterscheiden wir vordere und hintere innere, und vordere und hintere äussere Gruppen grosser Zellen, welche vor allen anderen Zellen durch den Besitz zahlreicher verzweigter Protoplasmafortsätze sich auszeichnen.

In dem hinteren Abschnitte der grauen Substanz findet sich in nächster Umgebung der Basis des Hinterhornes die Zellgruppe der Clarke'schen Säulen; ferner die solitären oder zerstreuten zelligen Elemente des Hinterhorns und die kleinen Nervenzellen der Substantia gelatinosa Rolandi. Endlich ist im Hinterhorn, unmittelbar vor der Substantia gelatinosa Rolandi, eine besondere Gruppe von zelligen Elementen eingelagert.

Ausserdem begegnet man auf Rückenmarksquerschnitten in dem mittleren Abschnitte der grauen Substanz in der Regel noch einigen Zellen, welche gewissermassen eine centrale Gruppe bilden. Weiter findet sich an der Spitze des Seitenhorns, an der äussersten Grenze der grauen Substanz stellenweise eine Gruppe dicht gehäufter

kleinerer Zellen, welche wir nach ihrer Lage als Zellgruppe des Seitenhorns kennzeichnen wollen. An der äusseren Grenze der grauen Substanz und etwas nach hinten vom Seitenhorn, auf der Strecke zwischen Seiten- und Hinterhorn, ungefähr in der Ebene des vorderen Randes der Clarke'schen Säulen, tritt endlich eine kleine, aber ganz constante Zellgruppe auf, welche wir als laterale Gruppe des Hinterhorns bezeichnen.

Es ist zu betonen, dass die solitären Zellen nicht ausschliesslich in den Hinterhörnern, sondern auch in anderen Gebieten der grauen Substanz des Rückenmarkes auftreten, wie z. B. im mittleren Teile des letzteren, in der Nähe des Centralcanals und im Vorderhorn, in welch' letzterem sie durch ihre etwas geringeren Dimensionen von den grossen gruppenweise geordneten Zellen sich unterscheiden. Ja in der weissen Substanz des Rückenmarkes sind zuweilen vereinzelte zellige Elemente unzweifelhaft nervöser Natur anzutreffen.

Die oben beschriebenen Zellgruppen bilden, wie wir schon hier bemerken müssen, und wie Schiefferdecker bereits für die Zellgruppen des Vorderhorns nachgewiesen hat, keine ununterbrochene, die ganze Länge des Rückenmarkes durchlaufende Reihe; vielmehr sind sie rosenkranzförmig angeordnet, derart, dass Stellen mit grösserem Zellreichtum und solche mit geringerem Zellgehalt miteinander abwechseln. Letztere Erscheinung ist, wie die vergleichend-anatomischen Untersuchungen gezeigt haben, zweifellos der Ausdruck der ursprünglichen segmentalen Anlage des Rückenmarkes, sie steht auch in vollstem Einklange mit den Thatsachen der Physiologie, denen zufolge in der grauen Substanz des Rückenmarkes eine in der Längsrichtung fortlaufende Reihe von Reflex-Centren angelegt ist.

Bemerkenswert ist noch der Umstand, dass im Vorderhorne des Halsteiles des Rückenmarkes der Kern des XI. Gehirnnervenpaares gelegen ist, des einzigen Kopfnerven, welcher teilweise (als Accessorius spinalis) im Rückenmark endet. Dieser aus grossen Zellen bestehende Kern liegt oberhalb des ersten Cervicalnerven ungefähr in

der Mitte des Vorderhorns; weiter unten nähert er sich dem lateralen Rande des Vorderhorns und geht ohne scharfe Grenzen in die laterale Zellgruppe des letzteren über.

Der Verlauf der Nervenfasern innerhalb der grauen Substanz des Rückenmarkes wird, wie oben bereits erwähnt, mit Zuhilfenahme verschiedener Färbungsmethoden erschlossen. Von letzteren gebührt der erste Rang dem Weigertschen Verfahren der Behandlung mit Hämatoxylin oder der Färbung mit Goldchlorid, und nicht minder der Färbung mit salpetersaurem Silberoxyd nach Golgi und Ramón y Cajal. Zur Untersuchung ist das kindliche oder fötale Rückenmark am geeignetsten, namentlich um des Umstandes willen, weil die aus letzterem angefertigten Schnitte sich nach den erwähnten Methoden viel besser tingieren, als Schnitte aus dem erwachsenen Rückenmark.

Wir beginnen die Schilderung der Fasern der grauen Rückenmarksubstanz mit der Betrachtung des allendlichen Schicksals der hinteren Wurzeln.

Bei den höheren Tieren und beim Menschen entwickeln sich die einzelnen Bestandteile der hinteren Wurzeln bei weitem nicht gleichzeitig. Am frühesten vollzieht sich die Markbildung derjenigen Fasern der hinteren Wurzeln, welche zum Teil durch das Gebiet der Burdachschen Bündel oder das innere Wurzelgebiet (Schema 1, *bpa*; Taf. Fig. I, 2″), zum anderen Teil direct durch die Spitze (apex) des Hinterhorns in die graue Substanz des letzteren eindringen; am spätesten erhalten ihr Mark jene hinteren Wurzelfasern, welche Bestandteile des äusseren Wurzelgebietes oder der Randzone (Schema 1, z; Taf. Fig. I, 5) darstellen. In der Zeitperiode zwischen der Markscheidenbildung der ersteren und der letzteren vollzieht sich die Markscheidenbildung der übrigen hinteren Wurzelfasern.

Innerhalb der hinteren Wurzeln erscheinen diese, ganz differenten Entwickelungsperioden entstammenden Fasern mehr oder weniger gleichmässig durcheinander gemengt; erst nach ihrem Ein-

tritt in das Rückenmark erfahren sie eine Sonderung in getrennte Bündel mit verschiedener Verlaufsrichtung.

Von den oben erwähnten zwei Bündeln biegen die Fasern des aus einer früheren Entwickelungsphase stammenden Bündels (Schema 1, 1) sofort nach ihrem Eintritt in die Substanz des Rückenmarkes medianwärts um und werden Bestandteile teils der Burdachschen Bündel (s. Taf. Fig. 1), teils der Gollschen Stränge, welch' letztere zuerst in der Ebene des Lendenteils des Rückenmarkes auftreten.[1]) Nur der kleinste Teil dieses Faserbündels dringt direkt durch die Spitze des Hinterhorns und weiter vorzugsweise durch die mittleren Partien der Substantia gelatinosa Rolandi in die graue Substanz des letzteren hinein (Schema 1, 2, 33′).

Die Fasern des sich später entwickelnden, beim Eintritt in das Rückenmark lateral vom vorigen gelegenen Bündels, treten zum grossen Teil in das s. g. laterale Wurzelgebiet oder die Randzone (Schema 1, 6) ein, steigen von hier in vertikaler Richtung eine Strecke weit aufwärts und biegen darauf in das Hinterhorn um; ein anderer Teil dieses Faserbündels gelangt mehr direkt, und zwar unmittelbar durch die Spitze in die Substanz des Hinterhorns (Schema 1, 4, 5, 7, 3)[2]).

Übrigens sei hier darauf hingewiesen, dass ein geringer Teil des äusseren Wurzelgebietes in den tieferen Partien des Rückenmarkes nicht allein lateralwärts, sondern zum Teil auch noch medianwärts von den Wurzelfasern des zuerst ausgebildeten Wurzelbündels zu liegen kommt.

---

[1]) Dieses zur Berichtigung einer früher von mir ausgesprochenen Ansicht, der gemäss ich die ersten Anfänge der Gollschen Stränge in tiefere Niveaus des Rückenmarkes verlegte.

[2]) Weiter unten werden wir sehen, dass ein gewisser Teil beider Faserbündel, namentlich aber des letztgenannten, nach seinem Eintritt in die graue Substanz des Hinterhorns in eine, unmittelbar vor der Substantia gelatinosa Rolandi des Hinterhornes gelegene, dichte Verflechtung feinster Fasernetze übergeht. Nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln tritt stets eine ausgesprochene Atrophie dieses Fasernetzes ein, wovon ich mich durch Versuche überzeugte, die von Dr. Zelerizky in meinem Laboratorium ausgeführt wurden.

Beide Bündel unterscheiden sich jedoch nicht nur durch die Zeitfolge ihrer Ausbildung, sondern auch durch die Dicke ihrer Fasern. Das früh ausgebildete Bündel besteht aus Fasern von bedeutendem Kaliber, das später ausgebildete ist durch verhältnismässig sehr feine Fasern charakterisiert.

Im Nachfolgenden wollen wir das erstere Bündel kurz als mediales, das letztere als laterales Wurzelbündel bezeichnen.[1])

Wir sahen, dass ein bedeutender Teil der Fasern des lateralen Bündels der hinteren Wurzeln, nach seinem Eintritt in das laterale Wurzelgebiet (Randzone), ehe er die graue Rückenmarksubstanz erreicht, eine Strecke weit vertikalen, im wesentlichen aufwärts gerichteten Verlauf annimmt. Der Beweis dafür ist durch den Befund einer aufsteigenden Degeneration dieses Gebietes nach Durchschneidungen und Querschnittsläsionen des Rückenmarkes erbracht worden. (Bechterew, Lissauer). — Ganz analog nehmen auch zahlreiche Fasern des medialen Bündels der hinteren Wurzeln, nach ihrem Eintritt in das mediale Wurzelgebiet, für eine gewisse Strecke eine vertikale Richtung an, wobei sie grösstenteils aufwärts, zum kleineren Teil abwärts sich begeben.

Singer versuchte auf Grundlage seiner Untersuchungen den Nachweis zu führen, dass die Hinterstränge aus der oberen Fortsetzung der hinteren Wurzeln hervorgehen, so jedoch, dass die später hinzutretenden Wurzelfasern immer mehr in den äusseren, die zunächst eintretenden in den inneren Partien der Hinterstränge zu liegen kommen. Zu einer analogen Anschauung über die Lagerung der hinteren Wurzeln innerhalb der Hinterstränge ist auch Kahler gelangt, und neuerdings sind die Resultate der genannten Autoren durch die Arbeiten von Wagner, Borgherini, Münzer und Singer wiederum bestätigt worden. Nach diesen Autoren biegt der Teil der hinteren Wurzeln, welcher in den Hintersträngen aufwärts

---

[1]) Die hier durchgeführte Einteilung der hinteren Wurzeln entspricht, wie aus der Beschreibung ohne weiteres hervorgeht, nicht ganz der allgemein üblichen Sonderung derselben in ein inneres und äusseres Bündel.

verläuft, allmählich mehr und mehr nach innen um und erleidet gleichzeitig einen bedeutenden Verlust an Fasern. Ein kleiner Teil soll schliesslich das verlängerte Mark erreichen und in den Kernen der Hinterstränge endigen (Singer und Münzer).

Ich muss hier bemerken, dass ich bei meinen Untersuchungen nach Durchschneidung der Wurzeln im Gebiete der Cauda equina neben einer sekundären Degeneration der Burdachschen Bündel in den zunächst liegenden Ebenen gleichzeitig auch eine bis in die Gegend des Brust- und Halsmarkes aufwärts sich erstreckende Degeneration der Gollschen Bündel beobachten konnte.

Ungeachtet dieser Thatsachen ist es bis jetzt noch nicht endgültig entschieden, ob die Wurzelfasern innerhalb der Hinterstränge, speziell der Gollschen Stränge, ohne Unterbrechung die ganze Länge des Rückenmarkes bis zu den Kernen des verlängerten Markes durchlaufen, oder ob sie vorher in die graue Substanz des Rückenmarkes eintreten und hier durch Einschaltung zelliger Elemente eine Unterbrechung erfahren[1]). Aber auch dann, wenn positive

---

[1]) Diejenigen Autoren, welche die Fasern der Hinterstränge als eine unmittelbare Fortsetzung der hinteren Wurzeln betrachten, stützten ihre Ansicht hauptsächlich durch den Umstand, dass nach Durchschneidung des Nervus ischiadicus bei Tieren und nach Compression der Cauda equina beim Menschen in einer Reihe von Fällen eine sekundäre Degeneration der Hinterstränge auftrat. Dabei erstreckte sich die Degeneration der Gollschen Stränge aufwärts bis zum verlängerten Mark. Allein diese Fälle beweisen noch nicht die ununterbrochene Fortsetzung der hinteren Wurzeln bis zum verlängerten Mark, schon um des Umstandes willen, weil die sekundäre Degeneration der Fasern bei weitem nicht immer die Grenzen der grauen Substanz respektiert, innerhalb welcher die Unterbrechung der Fasern geschah. Im Gegenteil, es ereignet sich nicht selten, dass nach Degeneration eines bestimmten Fasersystems Degeneration oder Atrophie von Zellelementen der grauen Substanz auftritt, worauf dann auch diejenigen Fasern degenerieren, die jenseits der erwähnten zelligen Elemente liegen. So hat eine Degeneration der vorderen Kleinhirnschenkel (pedunculi cerebelli ad cerebrum s. brachia conjunctiva) Degeneration des roten Kerns und der zugehörigen Fasern des letzteren im Gefolge; nach Läsionen der Stirnwindungen der Hirnrinde ist Degeneration der Kranzfasern des Sehhügels, Atrophie seines vorderen Kernes und Degeneration des von letzterem zum Corpus mamillare ziehenden Vicq d'Azyrschen Bündels beobachtet worden. Weiter ist bekannt, dass Degeneration der Pyramidenstränge

Ergebnisse im Sinne der ersten Annahme vorliegen sollten, liessen sich doch jene Beziehungen, welche zwischen den in den Hintersträngen verlaufenden Wurzelfasern und der grauen Substanz des Rückenmarkes durch „Collateralen" vermittelt werden, nicht von der Hand weisen. (S. unten pag. 22—23 und pag. 31.) Dass die hinteren Wurzeln der obersten Abteilungen des Rückenmarkes nach ihrem Eintritte in die Hinterstränge sich ohne Unterbrechung zu den Kernen der letzteren im verlängerten Mark erheben, bedarf nur der Andeutung.

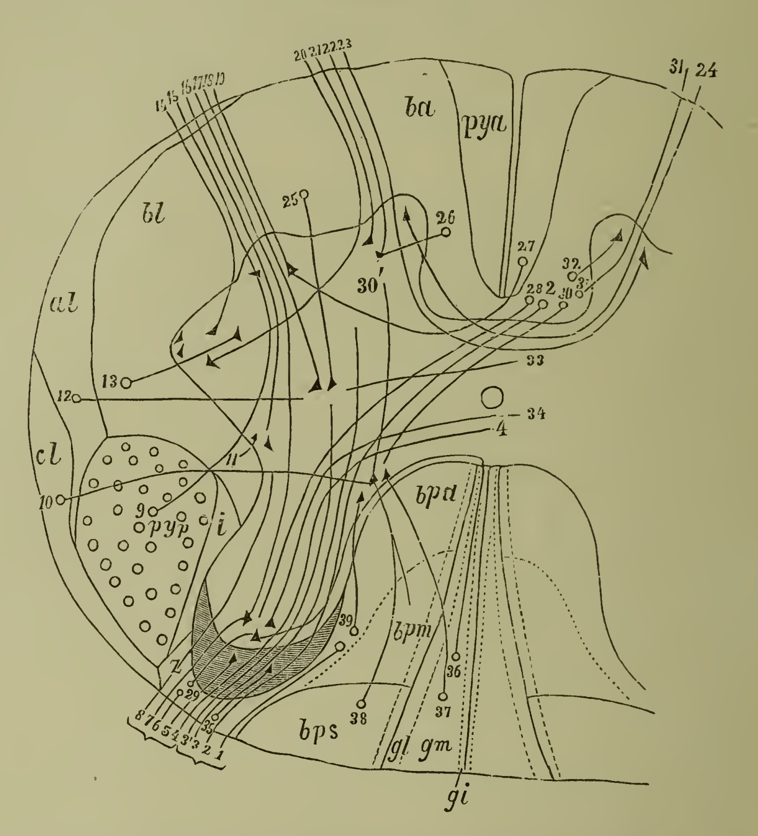
Andererseits ist es ganz unzweifelhaft, dass die Hinterstränge nur zum Teil durch direkte Fortsetzung der hinteren Wurzeln entstehen; der übrige Teil ihrer Fasern entspringt in der grauen Substanz des Rückenmarkes. Letzteres erhellt wenigstens aus dem Umstande, dass ein bestimmter Teil der Hinterstrangfasern, insbesondere der Gollschen Bündel, wie ich zuerst nachgewiesen habe, später markhaltig wird, als die Fasern des medialen Bündels der hinteren Wurzeln; in demselben Sinne ist auch der am Sakralteil des Rückenmarkes direkt beobachtete Übergang von Fasern aus der grauen Substanz in periphere Gebiete der Hinterstränge (Bechterew) zu deuten. Zu Gunsten dieser Annahme spricht endlich auch das Auftreten sekundärer aufsteigender Degenerationen der Gollschen Stränge infolge durch Druck der Brustaorta auf die Wirbelsäule erzeugter Erweichungen der grauen Rückenmarksubstanz.

---

nachfolgende Atrophie der Nervenzellen der Vorderhörner und Degeneration der vorderen Wurzelfasern erzeugt. Unabhängig hiervon giebt es Beobachtungen, aus welchen hervorgeht, dass die nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln auftretende Degeneration derselben von einer nur eine kurze Strecke aufwärts nachweisbaren Degeneration der Hinterstränge und vorzugsweise der Burdach'schen Bündel der letzteren begleitet ist (Bechterew, Rosenbach, Rossolimo). Andererseits hat man nach alten Amputationen Atrophie von Nervenzellen vorzugsweise in der grauen Substanz des Hinterhornes, in der lateralen hinteren Gruppe und in der Clarkeschen Säule, teilweise auch in der Substanz des Vorderhorns nachweisen können; gleichzeitig fand sich eine Verkleinerung des entsprechenden Hinterhornes, und auf einer kleinen Strecke aufwärts von der Eintrittsstelle der lädierten Nerven eine Atrophie der Burdachschen Bündel, während die Gollschen Bündel vollständig unversehrt sich erwiesen (Erlitzky).

Was den Ort der Endigung der hinteren Wurzelfasern anlangt, so lehren uns nach Weigert und Pahl behandelte Präparate des jugendlichen und fötalen Rückenmarkes darüber folgendes:

Schema 1.



Schematische Darstellung des Faserverlaufes in der grauen Substanz des Rückenmarkes und der Bestandteile der weissen Stränge.

pya — vorderes Pyramidenbündel; *ba* — Grundbündel des Vorderstranges; *bl*—Grundbündel des Seitenstranges; *al*—vorderes äusseres Seitenstrangbündel (fasciculus antero-lateralis); *cl*—Kleinhirnbündel; *pyp*—Pyramidenseitenstrangbündel; *i*—inneres Seitenstrangbündel; *z*—laterales Wurzelgebiet; *bpa*—mediales Wurzelgebiet (eigentlich sein vorderer Abschnitt) oder vordere laterale Zone der Burdachschen Bündel; *bpm*—mittlere Zone der Burdachschen Bündel; *bps*—hintere Zone der Burdachschen Bündel; *gl*—später ausgebildetes, an der Grenze des

Burdachschen Bündels gelegenes Gebiet der Gollschen Bündel; *gm*—mittleres Gebiet der Gollschen Bündel: *gi*—inneres, frühzeitig ausgebildetes Gebiet der Gollschen Bündel; *1*—Fasern der hinteren Wurzeln zu den Burdachschen Bündeln; *2*—Fasern der hinteren Wurzeln zur vorderen Commissur; *3,3'*—Fasern der hinteren Wurzeln zum mittleren Gebiete und zum Vorderhorne der grauen Substanz; *4*—Fasern der hinteren Wurzeln zur hinteren Commissur; *5*—Fasern der hinteren Wurzeln, welche aus den Zellen der Substantia gelatinosa Rolandi hervorgehen; *6*—hintere Wurzelfasern, welche im äusseren (lateralen) Wurzelgebiet oder der sg. Randzone vertikal emporsteigen; *7*—hintere Wurzelfasern, welche aus der unmittelbar vor der Substantia gelatinosa Rolandi gelagerten Zellgruppe des Hinterhorns hervorgehen; *8*—hintere Wurzelfasern, welche längs des lateralen Randes des Hinterhornes zur lateralen Zellgruppe sich begeben; (*1, 2, 3*—bilden zusammen das innere (mediale) Bündel der hinteren Wurzeln; *4, 5, 6, 7, 8*—das äussere (laterale) Bündel der hinteren Wurzeln); *9*—Fasern des Pyramidenseitenstrangbündels zu den Zellen des Vorderhornes; *10*—aus den Clarkeschen Säulen stammende, zur Bildung des Kleinhirnbündels dienende Fasern; *11*—Fasern, welche aus der hinteren lateralen Zellgruppe zum Gebiete des Seitenstranges verlaufen; *12*—Fasern, welche aus den centralen Gebieten der grauen Substanz in das Gebiet des vorderen äusseren Seitenstrangbündels sich begeben; *13, 26*—Fasern, welche von den Zellen der Vorderhörner in das Gebiet der Seitenstränge sich begeben; *25*—Fasern, welche von der centralen Zellgruppe ausgehend in das Gebiet des vorderen Teiles des Grundbündels des Seitenstranges eintreten; *14, 15, 19, 20, 21* und *22*—von den Zellen der Vorderhörner ausgehende Wurzelfasern; *16*—Fasern, welche aus der hinteren lateralen Zellgruppe in das Gebiet der vorderen Wurzeln eintreten; *17*—Fasern, welche von den Zellen der Hinterhörner in die vorderen Wurzeln verlaufen; *18*—Fasern, welche aus der centralen Zellgruppe in die vorderen Wurzeln übergehen; *23, 24*—vordere Wurzelfasern, welche von Zellen der Vorderhörner der gegenüber liegenden Seite entspringen; *27*—Fasern des Pyramidenvorderstrangbündels zu den Zellen des Vorderhornes der gegenüberliegenden Seite; *28, 30*—Fasern, welche von den Zellen des Hinterhornes und der Clarkeschen Säule zum Gebiete der vorderen Commissur verlaufen; *30'*—Fasern, welche von den Clarkeschen Säulen zum Vorderhorn sich begeben; *31*—Fasern, welche aus dem Grundbündel des Vorderstranges in die vorderen Wurzeln übergehen; *32*—Fasern, welche von den Zellen des Vorderhornes zum Gebiete des Vorderstranggrundbündels gehen; *33*—Fasern, welche von den centralen Bezirken der grauen Substanz zur Commissur verlaufen *34*—Fasern, welche von den Zellen der Hinterhörner zur grauen Commissur verlaufen; *36, 37*—Fasern, welche von den Zellen der Hinterhörner und der Clarkeschen Säulen in das Gebiet der Gollschen Bündel sich begeben; *38, 39*—Fasern, welche von den Zellen der Clarkeschen Säulen zum Gebiete der Burdachschen Bündel verlaufen; *29, 35*—Fasern, welche von den Zellen der Hinterhörner in das äussere Wurzelgebiet sich begeben.

Nach ihrem Eintritt in die graue Substanz des Hinterhornes gehen die Fasern des medialen Bündels nach zwei verschiedenen

Richtungen auseinander. Die einen, mehr nach innen gelegenen und das Gebiet der Burdachschen Stränge in Form eines dichten Bündels durchsetzenden Fasern, treten an die grauen Clarkeschen Säulen heran und lösen sich innerhalb der letzteren in ein dichtes Geflecht feinster Fäserchen auf (Schema 1, 1); die anderen, mehr nach aussen gelegenen Fasern des medialen Bündels der hinteren Wurzeln dringen nach ihrem Eintritt in das Hinterhorn in die Tiefe der grauen Substanz des letzteren hinein. Hier verschwindet ein Teil derselben bereits im mittleren Abschnitt der grauen Substanz (Schema 1, 3′), in nächster Nachbarschaft der hier gelegenen Zellen; der Rest hingegen gelangt bis zur Basis des Vorderhornes (Schema 1, 2) und geht hier in ein, zwischen den grossen Zellgruppen eingesprengtes Fasernetz auf.

Noch andere Fasern des inneren Bündels biegen zur vorderen Commissur um und gehen in Gesellschaft mit den Fasern der letzteren in das Grundbündel des entgegengesetzten Vorderstranges und von hier in das anderseitige Vorderhorn über.[1])

Einige Fasern des medialen Bündels der hinteren Wurzeln gehen auf ihrem Wege in die tieferen Gebiete der grauen Substanz, unmittelbar vor der Substantia gelatinosa Rolandi, aus ihrer nahezu horizontalen Verlaufsrichtung temporär in eine vertikale über. Dies erklärt uns den in dieser Gegend zuweilen zu erhebenden Befund quer durchschnittener Wurzelfasern.

---

[1]) Die näheren Beziehungen eines Teiles der hinteren Wurzeln zu den Zellen der Vorderhörner hatte ich zuerst an Präparaten festgestellt, die aus dem Rückenmarke Neugeborener gefertigt und nach Weigert gefärbt waren. (Siehe: Arch. f. Anatomie und Physiologie, 1887.) In neuerer Zeit ist der Nachweis eines solchen Zusammenhanges wiederholt von Autoren erbracht worden, die mit der Methode von Golgi und Marchi operierten (Ramón y Cajal, Lenhossék, Singer, Münzer). Auf den Übergang von Fasern der hinteren Wurzeln durch die vordere Commissur in das Grundbündel des anderseitigen Vorderstranges habe ich bereits 1887 hingewiesen. Späterhin sind diese Beziehungen der hinteren Wurzeln zum Grundbündel des anderseitigen Vorder- und Seitenstranges von Edinger studiert worden. Nach den Angaben dieses Autors muss innerhalb des Grundbündels des Vorder- und Seitenstranges eine aufsteigende sensible Bahn als Fortsetzung der hinteren Wurzeln hindurchgehen (s. unten).

Was die Fasern des sich später ausbildenden, lateralen Bündels der Hinterstränge betrifft, so ergiebt die Untersuchung des Rückenmarkes Neugeborener, dass ein bedeutender Teil dieser Fasern, wie bereits erwähnt, durch das laterale Wurzelgebiet in die graue Substanz eintritt (Schema 1, 6), während der Rest direkt der Spitze des Hinterhornes zustrebt (Schema 1, 4, 5, 7, 8). Indem sie nun die Substantia gelatinosa Rolandi zum Teil durchsetzen, zum Teil mit zarten Zügen von innen und aussen umkreisen, treten die Fasern des lateralen Bündels einerseits zu den zelligen Elementen der Substantia gelatinosa Rolandi selbst (Schema 1, 5), andererseits zu den Zellen des Hinterhornes überhaupt, wobei ein bedeutender Teil der Fasern zu jener Zellgruppe umbiegt, welche der vorderen Grenze der Substantia gelatinosa Rolandi zunächst benachbart ist (Schema 1, 7). Zu dieser Zellgruppe begiebt sich also sowohl die Mehrzahl der Fasern, welche die Substantia gelatinosa Rolandi durchsetzen, als auch ein bedeutender Anteil derjenigen, welche letztere von aussen und innen umkreisen. Infolge dieses Umstandes begegnen wir im Hinterhorne, unmittelbar vor der Substantia gelatinosa Rolandi, einem dichten Netze feinster Fäserchen in der Nachbarschaft der hier in grosser Zahl eingelagerten zelligen Elemente. Ausserdem geht ein Teil der die Substantia gelatinosa Rolandi umkreisenden Fasern des lateralen Wurzelbündels augenscheinlich noch weiter nach vorn und begiebt sich zu der zwischen Seiten- und Hinterhorn befindlichen Zellgruppe (Schema 1, 8).

Auch der Übergang eines bestimmten, mehr nach innen zu gelegenen Teiles der Fasern des lateralen Bündels durch die hintere Commissur in die graue Substanz der entgegengesetzten Seite (Schema 1, 4) muss für feststehend gelten, ein Umstand, auf welchen ich in meiner Abhandlung: „Von den hinteren Wurzeln und dem Orte ihrer Endigung in der grauen Substanz des Rückenmarkes“[1]) hingewiesen habe.

---

[1]) Siehe: Zeitschrift für klinische und forensische Psychiatrie und Neuropathologie 1887, und Archiv für Anatomie 1887.

Beachtenswert ist der Umstand, dass die hintere Commissur, im Gegensatz zur vorderen, wahrscheinlich keinerlei oder fast keinerlei dem medialen Bündel der hinteren Wurzeln entstammende Fasern enthält. Dies erhellt aus der Thatsache, dass bei menschlichen Föten die hintere Commissur noch keine markhaltigen Fasern aufweist, zu einer Zeit, wo die Fasern des medialen Bündels bereits markhaltig, die des lateralen noch als markfreie, graue Bündel angetroffen werden. Erst von dem Zeitpunkt, wo die lateralen Bündel markhaltig werden, treten innerhalb der grauen Commissur zarte, mit den anderseitigen sich kreuzende Fäserchen auf.[1]) Letztere, von Kölliker als gekreuzte Collateralen der hinteren Wurzeln bezeichnet, verlaufen nach ihrer Kreuzung in der hinteren Commissur zur Peripherie der entgegengesetzten Hälfte der grauen Substanz, wo sie für das Auge verschwinden.[2])

Die genaueste Einsicht in die weiteren Einzelheiten des Verlaufes der hinteren Wurzeln im Rückenmarke gewinnt man durch Untersuchung des letzteren mittels der Versilberungsmethode nach Golgi und Ramón y Cajal. Man überzeugt sich, dass die Fasern der hinteren Wurzeln nach ihrem Eintritt in das Rückenmark in aufsteigende und absteigende Zweige sich spalten (Schema 2), welche einige Centimeter weit innerhalb der Hinterstränge und des äusseren Wurzelgebietes (Randzone) verlaufen und darauf in das Innere der grauen Substanz umbiegen, wo sie in Gestalt feiner pinselartiger Ramifikationen frei endigen (Schema 2, d).

Unabhängig von den letzteren treten im Verlaufe der auf- und absteigenden Zweige in verschiedenen Ebenen Collateralen (Ramón y Cajal) auf, welche in das Innere der grauen Substanz

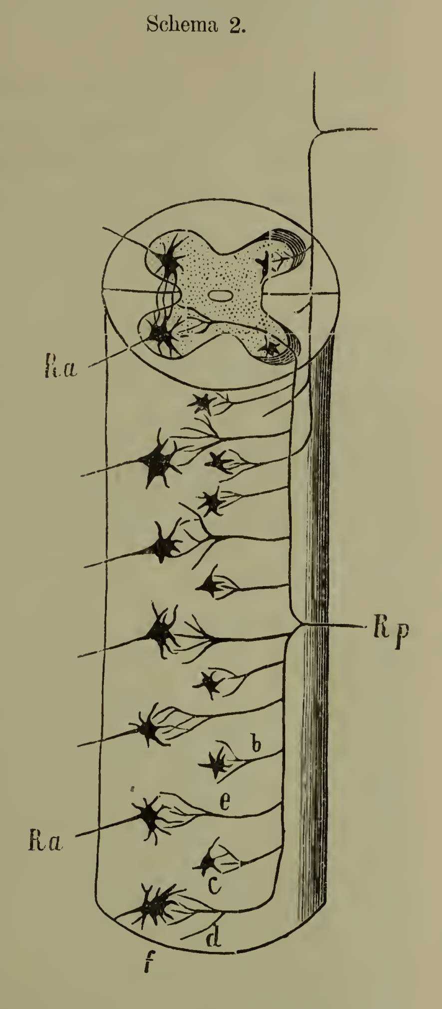
---

[1]) Diese Kreuzung ist im Lenden- und besonders im Sacralteil des Rückenmarkes deutlich ausgesprochen. (Siehe Fig. 1, Tafel X meiner Abhandlung: „Von den hinteren Wurzeln etc.“ im Archiv für Anatomie 1887, Anatomische Abt.)

[2]) Der eigentliche Anfang der hinteren Wurzelfasern ist, wie unter anderem auch aus der Entwickelungsgeschichte derselben hervorgeht, ausserhalb des Rückenmarkes, in den Spinalganglien, zu suchen. Auch sei hier hingewiesen, dass die Zellen der Hinterhörner und der Substantia gelatinosa Rolandi, analog den Zellen des II. Typus nach Golgi, mit verzweigten cylindrischen Fortsätzen versehen sind.

hineindringen und hier gleichfalls mit pinselförmigen feinsten Ramifikationen endigen (Schema 2, b, c, e). Analog verhalten sich die Endigungen jener Fasern der hinteren Wurzeln, welche durch das mediale oder das laterale Wurzelgebiet direkt zur grauen Substanz gelangen; auch sie geben vor ihrem Eintritt in das Hinterhorn auf- und absteigende Seitenzweige ab, welche ihrerseits in anderen Ebenen in die graue Substanz sich einsenken.

Schema 2.



Schematische Darstellung der Verästelung der hinteren Wurzeln nach Ramón y Cajal. *Ra*—vordere Wurzel; *Rp*—hintere Wurzel; *f*—grosse motorische Zelle des Vorderhornes; *c*—Commissurenzelle der grauen Substanz; *d*—durch Auflösung einer Faser der hinteren Wurzel entstandenes Endbäumchen; *e*, *b*—lange und kurze Collateralen der hinteren Wurzeln.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass den Fasern des inneren und äusseren Bündels der hinteren Wurzeln ganz differente Endigungen innerhalb der grauen Rückenmarksubstanz zukommen. Während die ersteren vorzüglich in den Clarkeschen Säulen, der centralen Zellgruppe und in den Zellen des gleichnamigen und anderseitigen Vorderhorns und vielleicht nur teilweise auch in den Zellen des Hinterhornes endigen, geschieht die Endigung der Fasern des lateralen Bündels vorzüglich in den solitären Zellen des Hinterhornes, den Zellen der Substantia gelatinosa Rolandi, ferner in der an der

vorderen Grenze der Substantia gelatinosa Rolandi gelagerten Zellgruppe, und endlich wahrscheinlich auch in der lateralen Zellgruppe des Hinterhornes. Gleichzeitig gehen die Fasern beider Bündel im Rückenmarke eine unvollständige Kreuzung ein, und zwar die Fasern des medialen Bündels innerhalb der vorderen, die des lateralen innerhalb der hinteren oder der grauen Commissur.

Es ist ganz natürlich — und das lehren auch physiologische Experimente, — dass die funktionelle Bedeutung beider Bündel der Hinterstränge nicht die gleiche sein kann; die Besprechung dieser Frage gehört jedoch nicht zum Gebiet der vorliegenden Abhandlung.

Was die Art der Endigung der hinteren Wurzeln betrifft, so existiert, wie aus obigem erhellt, eine im eigentlichen Sinne unmittelbare Verbindung der hinteren Wurzelfasern mit den Zellen der grauen Substanz nicht; ein funktioneller Zusammenhang beider ist jedoch dadurch gegeben, dass die Wurzelfasern bezw. deren Collaterale mit feinsten pinselförmigen Ramifikationen endigen, welche an die zelligen Elemente herantreten und letztere zum Teil sogar umspinnen.

Wir begegnen hier somit einer Thatsache, welche darauf hinweist, dass die Fortleitung von Reizen nicht unbedingt an die Existenz eines ununterbrochenen Zusammenhanges der betreffenden Nervenelemente geknüpft ist. Wir müssen vielmehr angesichts der neueren Fortschritte auf dem Gebiete der Histologie des Nervensystems zugestehen, dass ein organischer Zusammenhang zwischen Nervenfaser und Nervenzelle fehlen kann in Fällen, wo ein funktioneller Zusammenhang ganz zweifelsohne existiert. Die Fortpflanzung der Erregung von der Faser zur Zelle geschieht in diesen Fällen offenbar durch (mittelbaren oder unmittelbaren) Contakt, und nicht auf Grundlage eines ununterbrochenen, weil nicht vorhandenen, Zusammenhanges zwischen Faser und Zelle.

Ehe wir zur Betrachtung der vorderen Wurzeln übergehen, muss noch bemerkt werden, dass auch sie, ähnlich den hinteren

Wurzeln, aus Fasern von gröberem und solchen von feinerem Kaliber sich aufbauen. Erstere gehen den letzteren in ihrer Entwickelung voraus. Beide Faserarten entspringen, obgleich innerhalb der Wurzeln selbst miteinander vermengt, von ganz verschiedenen Zellgruppen der grauen Substanz.

Die gröberen Fasern der vorderen Wurzeln gehen aus den grossen Zellen des Vorder- und des Seitenhornes hervor (Schema 1, 21, 19, 15, 14). Ein gewisser Teil derselben (Schema 1, 23) kreuzt sich in der vorderen Commissur und begiebt sich zu den Zellen des anderseitigen Hornes. Die feineren Fasern der vorderen Wurzeln entspringen aus den Zellen des Seitenhornes, dem Tractus intermedio-lateralis und den solitären Zellen des Hinterhornes, sowie aus der an der vorderen Grenze der Substantia gelatinosa Rolandi gelegenen Zellgruppe des Hinterhornes (Schema 1, 16, 17). Ausserdem gehen feinere Fasern des Vorderhorns aus den Zellen der Clarkeschen Säulen hervor (Gaskell), welche Annahme jedoch neuerdings von Mott mit Entschiedenheit zurückgewiesen wird.[1])

Andererseits treten zweifellos aus centralen Bezirken der grauen Substanz Faserzüge in die vorderen Wurzeln über. (Schema 1, 18).

Angesichts der zeitlichen Differenz in der Anlage der gröberen und feineren Fasern der vorderen Wurzeln kann es nicht Wunder nehmen, wenn beide auch bezüglich ihrer Funktion Differenzen aufweisen. Von Interesse ist eine nach dieser Richtung ausgesprochene Annahme, welche die gröberen Fasern der vorderen Wurzeln für die Innervation der quergestreiften Körpermuskulatur, die feineren, wahrscheinlich in das sympathische System übergehenden Fasern für die Versorgung der inneren Organe in Anspruch nimmt (Gaskell, Mott).

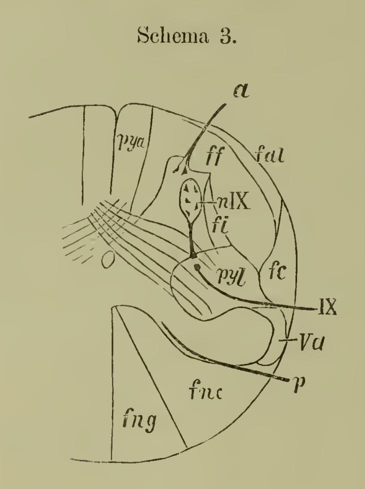
Zur Bildung der vorderen Wurzeln treten, wie wir dies bereits für die hinteren Wurzeln erörterten, nicht nur solche Fasern zusammen, welche aus Zellen identischer Ebenen der grauen Substanz

---

[1]) Brain, 1891.

hervorgehen, sondern auch solche Fasern, welche Zellen aus höher oder tiefer liegenden Bezirken grauer Substanz entstammen. Infolge dieses Umstandes giebt es in den nachbarlichen Bezirken der weissen Substanz, in dem sg. Grundbündel des Vorder- und Seitenstranges, eingestreut zwischen die Fasern des letzteren, zahlreiche aufsteigende und absteigende Wurzelfasern (siehe unten).

Schema 3.



Schema der Wurzeln des XI. Nervenpaares. *a*—vordere Wurzel; *p*—hintere Wurzel des I Cervicalnerven; *pya*—Pyramidenvorderstrang; *ff*—vorderer Abschnitt des Grundbündels der Seitenstränge; *fal*—Fasciculus antero-lateralis; *fi*—mediales Bündel(?); *fc*—Kleinhirnbündel; *pyl*—Pyramidenseitenstrang; *fnc*—hinterer äusserer oder keilförmiger Strang; *Va*—aufsteigende Trigeminuswurzel; *nIX*—Kern des Accessorius; *IX*—Accessoriuswurzel.

In einer gewissen Analogie zu den vorderen Wurzeln stehen die Fasern des XI. Gehirnnervenpaares, welche im oberen Teil des Rückenmarkes in der Ebene des 5.—6. Cervicalnerven endigen (Schema 3). Die Fasern dieser Wurzeln durchsetzen, zu Bündeln geordnet, das Gebiet des Seitenstranges und erreichen die graue Substanz zwischen Seiten- und Hinterhorn; darauf biegen sie nach vorn in die laterale Zellgruppe des Vorderhornes der entsprechenden Seite ein (siehe oben). Auf diesem Wege nimmt ein bedeutender Teil der Fasern des XI. Nervenpaares einen vertikal nach unten gerichteten Verlauf an, und erst nachdem die Fasern ihre horizontale Verlaufsrichtung wiedergewonnen, erreichen sie jene bereits erwähnte Zellgruppe, die den Kern des XI. Paares darstellt.

Der Kopfteil des Accessorius oder der sg. Accessorius vagi gehört, streng genommen, nicht zu den Wurzeln des Accessorius,

sondern zu denen des Vagus; daher nehmen wir hier von einer Betrachtung desselben ganz Abstand. Es sei hier nur bemerkt, dass der Nervus accessorius selbst weder zu dem vorderen Vaguskern, dem sog. Nucleus ambiguus, noch zu dem sog. solitären Bündel des verlängerten Markes (fasciculus solitarius) in irgend welchen, ihm von Manchen zugeschriebenen, Beziehungen steht.

Die Art und Weise des Zusammenhanges der vorderen Wurzeln und der Accessoriusfasern mit den Zellen der grauen Rückenmarksubstanz unterscheidet sich sehr wesentlich von dem, was wir hierüber für die hinteren Wurzeln feststellten. Die grossen motorischen Zellen der Vorderhörner entsenden ihre Axencylinder direkt in die vordern Wurzeln, und es ist denkbar, dass mindestens die Mehrzahl der übrigen, in anderen Zellgruppen der grauen Substanz entspringenden Wurzelfasern, sowie die Fasern des Accessorius, ebenfalls aus zelligen Axencylinderfortsätzen hervorgehen (Schema 2, *Ra*).

Abgesehen von den Wurzelfasern begegnen wir innerhalb der grauen Substanz noch einer grossen Anzahl von Fasern, welche in den Zellen der grauen Substanz entspringen oder endigen und zum Aufbau der weissen Rückenmarkstränge dienen. Wir wenden uns zunächst zu einer Betrachtung der Fasern, welche aus denjenigen Zellen entspringen, in denen die hinteren Wurzeln endigen.

Aus den Zellen der Clarkeschen Säulen, in welchen ein wesentlicher Teil des inneren Bündels der hinteren Wurzel endigt, entspringen zahlreiche Fasern, welche eine Verbindung dieser Zellen mit anderen Bezirken des Centralnervensystems vermitteln. Von den Clarkeschen Säulen gehen diese Fasern nach drei Hauptrichtungen auseinander.

A. Zunächst entspringen hier Fasern, welche zur Bildung der Kleinhirnseitenstrangbündel dienen (Schema 1, 10). Diese treten aus der vorderen und zum Teil aus der äusseren Seite der Clarkeschen Säulen hervor; sie biegen dann bogenförmig zu den äusseren, zwischen Hinterhorn und Seitenhorn gelegenen Partien der grauen

Substanz um, erreichen darauf, die weissen Seitenstränge durchsetzend, die hintere Peripherie der letzteren, und wenden sich endlich von hier aufwärts. Solche Fasern finden sich in besonders reichlicher Anzahl an der Übergangsstelle der Lendenanschwellung in den Dorsalteil des Rückenmarkes; hier sind sie denn auch am leichtesten der Untersuchung zugänglich. Allein es unterliegt gar keinem Zweifel, dass ein wenn auch viel kleinerer Teil der zur Bildung der Kleinhirnbündel dienenden Fasern die Clarkeschen Säulen auch in höheren Rückenmark-Niveaus verlässt.

B. Eine andere Reihe von Fasern verlässt, gleichfalls in Gestalt ziemlich umfangreicher Bündel, die hintere und zum Teil auch die innere Seite der Clarkeschen Säulen und begiebt sich zu den inneren und hinteren Partien der Burdachschen Stränge. (Schema 1, 38). Ein Teil dieser Fasern geht übrigens auch in die Gollschen Stränge über; denn innerhalb der Hauptmasse der spät angelegten Fasern der Gollschen Stränge finden wir stets auch solche in zahlreicher Menge, die gleichzeitig mit den peripheren oder hinteren Fasern der Burdachschen Stränge markhaltig werden. Ein gewisser, später als die Burdachschen Faserbündel angelegter Teil der Gollschen Stränge entspringt jedoch zweifellos nicht aus den Clarkeschen Säulen, sondern, wie wir in der Folge sehen werden, aus den solitären Zellen der Hinterhörner (Schema 1, 36).

C. Ein dritter Teil von Fasern endlich tritt aus der vorderen Seite der Clarkeschen Säulen hervor, verläuft fast genau nach vorne und biegt darauf in das Gebiet der vorderen Commissur um; in Gesellschaft der Fasern der letzteren tritt er in die anderseitigen Vorder- und Seitenstränge über und endet in den Zellen des entgegengesetzten Vorderhornes (Schema 1, 39). Ein kleiner Teil begiebt sich allem Anschein nach auch zu den Vorderhornzellen der entsprechenden Seite (Schema 1, 30).

Sämmtliche eben erwähnte Faserzüge lassen sich fast im ganzen Verlaufe des Dorsalmarkes nachweisen, wenn sie auch in den tieferen

Partien desselben in weit reichlicherer Zahl vorkommen, als in den höher gelegenen.[1])

Was die centrale Zellgruppe der grauen Substanz betrifft, so verlaufen die aus derselben entspringenden Fasern nach meinen Beobachtungen einesteils zur vorderen Commissur (Schema 1, 33) in Gemeinschaft mit gleichgerichteten, den Clarkeschen Säulen entstammenden Fasern; andernteils zu den seitlichen Gebieten der grauen Substanz und von hier in die Seitenstränge des Rückenmarkes (Schema 1, 14).

Was endlich die Zellen des Vorderhornes anlangt, so gehen die hier entspringenden Fasern teils strahlenförmig in die benachbarten Gebiete des Vorder- und Seitenstranges, in das sog. Grundbündel der letzteren, über (Schema 1, 13, 25), zum anderen Teil treten sie in die vordere Commissur ein und dienen zur Bildung der vorderen Wurzeln der entgegengesetzten Seite.

Aus den teils solitären, teils an der vorderen Grenze der Substantia gelatinosa Rolandi angehäuften Zellen der Hinterhörner, die wir als wichtigste Endstation des äusseren Bündels der hinteren Wurzeln kennen gelernt haben, entspringen mehr feinkaliberige Fasern, welche einesteils nach vorne in das Gebiet der vorderen Commissur (Schema 1, 28) verlaufen, andernteils die Clarkeschen Säulen von aussen und innen her umkreisend, in die graue Commissur übergehen (Schema 1, 24). Aus der letzteren begeben sie sich, wie ich durch den Vergleich einer grossen Reihe von Schnitten festgestellt habe, in die Seitenstränge des Rückenmarkes.

Aus den Zellen des Hinterhornes entspringt auch ein Teil der Fasern, welche in das Burdachsche und Gollsche Bündel ein-

---

[1]) Alle oben gekennzeichnete, aus dem Gebiete der Clarkeschen Säulen entspringende Fasersysteme habe ich im Archiv für Anatomie und Physiologie, Anatomische Abteilung, 1887, auf Tabelle X meiner Abhandlung nach der Natur abgebildet. Auch die centrale Fortsetzung des medialen und lateralen Bündels der Hinterwurzeln findet sich daselbst neben anderen Fasern der grauen Substanz des Rückenmarkes mit ziemlicher Genauigkeit abgebildet.

treten, wovon man an Schnitten aus dem Lumbal- und Sacralteil des Rückenmarkes sich leicht überzeugen kann.

Die zur Bildung der Gollschen Bündel dienenden Fasern (Schema 1, 36) verlaufen in der grauen Substanz grösstenteils in nächster Nachbarschaft des medialen Randes des Hinterhornes; innerhalb der hinteren Commissur biegen sie nahe der Medianebene — grösstenteils ohne letztere zu überschreiten — fast genau nach hinten um und verlaufen darauf zunächst der hinteren Längsfurche in der inneren Partie der Hinterstränge; an letzterem Orte tauchen demgemäss auch die Gollschen Bündel zuerst auf. Ein Teil der Gollschen Faserbündel entspringt übrigens nicht aus den Zellen des Hinterhornes, sondern allem Anscheine nach aus denen der Clarkeschen Säulen (Schema 1, 37).

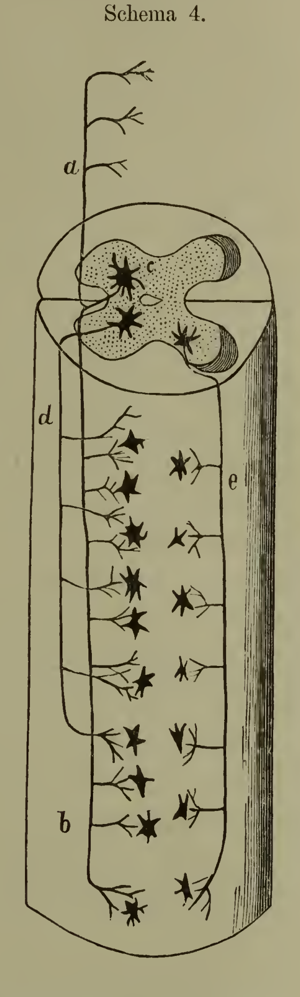
Von den Fasern des Burdachschen Bündels entspringen diejenigen, welche nicht durch direkte Fortsetzung der hinteren Wurzelfasern entstehen, hauptsächlich aus der grauen Substanz der Clarkeschen Säulen (Schema 1, 38).

Abgesehen von sämmtlichen bisher erwähnten Fasern enthalten die Vorder und Seitenstränge des Rückenmarkes noch umfangreiche, unter dem Namen „Pyramidenstränge“ bekannte Bündel (Schema 1, *pya, pyp*), welche mit den zelligen Elementen der Vorderhörner in Zusammenhang stehen. Und zwar müssen wir annehmen, dass die Pyramidenvorderstränge wesentlich in einem gekreuzten, durch die vordere Commissur vermittelten Zusammenhang mit den Vorderhörnern stehen, im Gegensatz zu den Pyramidenseitensträngen, welche mit den Zellen des Vorderhornes der gleichnamigen Seite zusammenhängen (Schema 1, 27, 9).

Ehe wir uns einer Schilderung der Bestandteile der weissen Markmasse des Rückenmarkes zuwenden, bedarf es einiger Bemerkungen über die Art und Weise des Zusammenhanges zelliger Elemente mit den die weisse Substanz zusammensetzenden Fasern. In dieser Beziehung haben neuere, mit der Silberfärbungsmethode

angestellte Untersuchungen dargethan, dass viele Fasern der Vorder-Seiten- und Hinterstränge aus Axencylindern zelliger Elemente der grauen Substanz (s. g. Commissurenzellen nach Ramón y Cajal) hervorgehen und im weiteren Verlauf in das Innere der grauen Substanz hinein Collateralen unter rechten Winkeln entsenden; innerhalb der grauen Substanz aber endigen diese Collateralen in freien Endbäumchen, welche den obigen analoge zellige Elemente entsprechender Rückenmarksebenen umflechten. Die letzten Enden der bezeichneten Fasern senken sich ebenfalls in die graue Substanz ein und verästeln sich hier zu feinsten Endbäumchen, welche den Ursprungszellen der Fasern gleichgeartete Zellen entsprechender Rückenmarks-Niveaus umgeben (s. Schema 4).

Schema 4.



c — Commissurenzelle, welche zur vorderen Commissur einen Fortsatz entsendet; *a, b* — Aufsteigender und absteigender Ast dieses Fortsatzes; von beiden verlaufen Collateralen zu anderen Commissurenzellen; *d* — ungekreuzter Fortsatz einer Commissurenzelle, von welchem Collateralen zu Commissurenzellen anderer Ebenen ausgehen.

Das zwischen den Zellen des Rückenmarkes ausgebreitete nervöse Geflecht wird — abgesehen von einer Anzahl von Zellfortsätzen — hauptsächlich durch die Anhäufung einer zahllosen Menge von Endverästelungen jener Fasern gebildet, welche Bestandteile der weissen Marksäulen des Rückenmarkes sind. Eine Anzahl dieser Fasern entsendet nach ihrem Eintritt in die weissen Säulen aufsteigende und absteigende Äste (Schema 4, *a*, *b*), die eben während ihres Verlaufes

Collateralen in die graue Substanz hinein abgeben. Solche Fasern sind sowohl in den Vordersträngen, als auch in den Hintersträngen des Rückenmarkes nachweisbar[1]).

Es muss betont werden, dass nach Ramón y Cajal die Collateralen nirgends mit einander in Verbindung stehen, vielmehr überall ihre Selbständigkeit bewahren. Dabei zerstreuen sich die Collateralen der Vorderstränge zwischen den Vorderhornzellen, einige aber erreichen die Basis des Hinterhornes und noch andere gehen endlich in die vordere Commissur über. Im Gegensatz dazu treten die Collateralen der Hinterstränge grösstenteils zu Bündeln zusammen, welche durch die Substantia gelatinosa vordringen und in der Medianlinie im Gebiete der grauen Commissur sich zum Teil kreuzen.

Zweifelsohne stellen die eben gekennzeichneten Fasern sog. kurze oder Commissurenfasern dar, welche in grosser Zahl in allen Strängen des Rückenmarkes sich finden. Was die längeren Fasern mit auf- und absteigendem Verlauf anbetrifft, so stehen sie offenbar in ähnlichen Beziehungen zu den Zellen der grauen Substanz, wie die kurzstreckigen Fasern. Und zwar entstehen die aufsteigenden Systeme, z. B. die Fasern der Kleinhirnbündel, unmittelbar aus zellenentsprungenen Axencylindern; die absteigenden Systeme, z. B. die Pyramidenstrangbündel, endigen mit freien Endbäumchen in nächster Nachbarschaft der Zellen der grauen Substanz.

Die Untersuchung der Bestandteile der weissen Substanz des Rückenmarkes, und zwar der topographischen Verteilung der in derselben enthaltenen Stränge und des relativen Umfanges der letzteren in verschiedenen Ebenen des Rückenmarkes geschieht am besten einesteils nach der embryologischen Methode, andernteils nach der Methode

---

[1]) In neuerer Zeit ist wenigstens für niedere Wirbeltiere, so für den Frosch, dargethan werden, dass auch die Protoplasmafortsätze der Nervenzellen, ähnlich den Axencylinderfortsätzen, in markhaltige Fasern der weissen Rückenmarkstränge übergehen können. Angesichts dieser Thatsache wird der zuerst von Deiters festgestellte Unterschied beider Fortsatztypen bereits jetzt von einigen Autoren bestritten (Kölliker, Lawdowsky).

der sekundären Degenerationen. Beide Methoden gestatten uns, die weissen Rückenmarksäulen in einzelne Stränge zu sondern, welche leitende Systeme darstellen. Zur Trennung jedes einzelnen Stranges von den umgebenden Teilen eignen sich am besten sowohl die entwickelungsgeschichtliche Methode, als auch die Methode der sekundären Degenerationen; die Längsausdehnung der in diesem oder jenem Strang enthaltenen Fasern lässt sich im wesentlichen nur mit Hilfe der letzteren Methode ermitteln.

Von den Strängen der weissen Rückenmarksubstanz bestehen die einen aus kurzen Fasern; sie dienen zur successiven gegenseitigen Verbindung der einzelnen Segmente der grauen Substanz. Die anderen enthalten lange Fasern; sie verbinden verschiedene Rückenmarksebenen mit den Kernen des verlängerten Markes (Gollsche Bündel der Hinterstränge; fasciculus anterolateralis oder vordereres seitliches Bündel der Seitenstränge) oder steigen ohne Unterbrechung zum Kleinhirn und zu den Hemisphären des Grosshirns empor (direktes Kleinhirnbündel, Pyramidenvorder- und Pyramidenseitenstrang).

Die Schilderung der weissen Substanz beginnen wir zweckmässig mit der Betrachtung der Hinterstränge.

In den letzteren werden schon lange zwei grosse Bündel unterschieden: das eine liegt der hinteren Medianfurche an und besitzt auf Querschnitten die Gestalt eines mit der Basis nach aussen gerichteten Keils: das ist das sg. mediale Bündel der Hinterstränge oder das Gollsche Bündel (Schema 1, *gl*, *gm, gi*; Taf. Fig. I, 1). Das andere Bündel umfasst den übrigen Teil der Hinterstränge und trägt den Namen laterales Bündel der Hinterstränge oder Burdachsches Bündel (Schema 1, *bps, bpm*, *bpa;* Taf. Fig. I, 2, 2″). Beide Bündel sind in der Regel durch ein bindegewebiges Septum von einander geschieden. Ausserdem aber kann als äusseres Charakteristikum beider Bündel die Dicke der Fasern dienen: das Gollsche Bündel enthält stets eine bedeutende Anzahl relativ feiner und dabei ziemlich gleich-

kaliberiger Fasern, das Burdachsche Bündel hingegen enthält Fasern von mehr verschiedenem, mitunter recht beträchtlichem Kaliber.

Schon dieser letztere Umstand veranlasst uns, ungeachtet einiger gegenteiliger Ansichten, die Gollschen Bündel als ganz selbständiges System anzusprechen; zu Gunsten dieser Anschauung spricht unter anderem auch die Thatsache, dass viele Fasern der Gollschen Bündel bedeutend später markhaltig werden, als die Burdachschen Faserbündel.

In pathologischen, mit Compression oder Zerstörung der Rückenmarksubstanz einhergehenden Fällen degenerieren in der Regel beide Bündel der Hinterstränge aufsteigend. Die Degeneration der Gollschen Stränge jedoch reicht dabei gewöhnlich bis hinauf zu den Kernen der zarten Stränge (nucl. funiculi gracilis) im verlängerten Mark, während die Fasern im Burdachschen Bündel nur eine relativ kurze Strecke weit aufwärts vom Orte der Verletzung entarten. Ausserdem weisen Beobachtungen darauf hin, dass ein Teil der Burdachschen Bündel auch eine kurze Strecke weit abwärts vom Orte der Läsion degenerieren kann.[1])

Wir schliessen daraus, dass die Gollschen Bündel hauptsächlich aus langen Fasern bestehen, von welchen ein beträchtlicher Teil ununterbrochen bis zu den erwähnten Kernen des verlängerten Markes emporsteigt. Die Burdachschen Bündel dagegen enthalten vorzugsweise Fasern von geringerer Längsausdehnung, welche zur gegenseitigen Verbindung der einzelnen Segmente der grauen Substanz des Rückenmarkes dienen.

Auf Grundlage der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungsmethode habe ich seinerzeit die Burdachschen Bündel in zwei Abtei-

---

[1]) Einige Autoren (Sherington, Löwenthal) sahen nach Hirnläsionen bei Tieren Degeneration des gleichseitigen oder beider Hinterstränge auftreten, eine Erscheinung, die mit unseren gegenwärtigen Kenntnissen vom aufsteigenden Verlauf der Hinterstränge in keinem Einklang steht. Es ist übrigens denkbar, dass es sich in diesen Fällen um eine Degeneration der zu den Hintersträngen sich gesellenden Pyramidenbündel gehandelt habe, da ja ein Übertritt von Pyramidenfasern in die Hinterstränge jetzt wenigstens für einige Tierspecies feststeht.

lungen gesondert: eine vordere laterale (Schema 1, *bpa*; Taf. Fig. I, 2″) und eine periphere oder hintere (Schema 1, *bps*; Taf. Fig. I, 2) Abteilung. Die Fasern der ersteren bilden ihre Markscheiden früher als alle übrigen Teile der Hinterstränge, die der letzteren erweisen sich nicht früher als im sechsten Entwickelungsmonat (Foetus von ca. 28 cm Länge) markhaltig.

Späterhin hat Prof. Flechsig, gleichfalls auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen, ausser einer vorderen lateralen und einer hinteren Abteilung in den Burdachschen Strängen noch ein mittleres Gebiet (Schema 1, *bpm*; Taf. Fig. I, 2′) gekennzeichnet, welches ich auch an meinen Präparaten nachweisen kann. In diesem mittleren Gebiet sind nach Flechsig kurze Wurzelfasern enthalten, welche weiterhin in das Netz der Clarkeschen Säulen hineintreten. Sämmtliche drei Abteilungen der Burdachschen Bündel bezeichnet Flechsig mit dem Namen „Wurzelzonen“, und unterscheidet demgemäss eine vordere, meiner vorderen lateralen entsprechende, eine mittlere und eine hintere Wurzelzone. Übrigens dürfte es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass über den Wurzelfasern in den Burdachschen Bündeln gleichzeitig eine bedeutende Zahl von Fasern verläuft, welche vertikal über einander liegende Bezirke der grauen Masse der Hinterhörner mit einander verbinden.

Im verlängerten Mark setzen sich die Burdachschen Bündel unmittelbar in die sog. keilförmigen Stränge fort, welche in den gleichnamigen Kernen endigen.

Bemerkenswert ist, dass in pathologischen Fällen (bei Tabes dorsalis) nicht selten nur eines der genannten Gebiete der Burdachschen Bündel afficiert ist, während die übrigen verschont geblieben sind. Der krankhafte Process kann je nach seiner Lokalisation, entweder nur das vordere laterale, oder nur das hintere (periphere), oder endlich nur das mittlere Gebiet befallen.

Wie in den Burdachschen, so begegnen wir auch innerhalb der Gollschen Stränge zeitlichen Differenzen in der Entwickelung

der Fasern. Am frühesten, noch vor dem sechsten Monat des intrauterinen Lebens der Frucht, wird in den Gollschen Bündeln eine relativ geringe Zahl von Fasern angelegt, welche grösstenteils zunächst der hinteren Längsfurche sich befindet; das ist die sog. mediane Zone Flechsigs, die in Anbetracht ihrer frühzeitigen Entwickelung mit grösster Wahrscheinlichkeit zu den Wurzelfasern zu zählen ist (Schema 1, *gi*).

Ausser der „medianen Zone“ haben wir nach entwickelungsgeschichtlichen Gesichtspunkten noch zwei andere Fasersysteme in den Gollschen Bündeln zu unterscheiden. Das eine, früher angelegte System (Schema 1, *gm*) umfasst einen bedeutenden Teil der Gollschen Bündel und lässt (ausser der medianen Zone) nur einen am weitesten nach aussen gelegenen Bezirk frei, welcher sich in Form eines Streifens an der Grenze des Burdachschen Bündels ausbreitet, zum Teil aber auch in es hineinragt (Schema 1, *gl*). Es enthält also das letztere, seiner Lage nach als intermediäres zu bezeichnende Gebiet vorzugsweise solche Fasern, welche später als alle übrigen Teile der Hinterstränge des Rückenmarkes sich entwickeln.

Was den Ursprung der Gollschen Faserbündel betrifft, so ist zweifellos, dass der grösste Teil derselben — mit Ausnahme der entlang der hinteren Längsfurche gelagerten Fasern der „medianen Zone“ — aus der grauen Substanz des Rückenmarkes, speciell aus den Zellen der Hinterhörner, hervorgeht. Da die Gollschen Bündel in die zarten Stränge des verlängerten Markes, die ihrerseits in den gleichbenannten Kernen endigen, übergehen, so ist ersichtlich, dass die Mehrzahl der Fasern der Gollschen Bündel eine Verbindung zwischen verschiedenen Abschnitten der grauen Substanz des Rückenmarkes, speciell den Zellen der Hinterhörner, mit den Kernen der zarten Stränge im verlängerten Marke herstellt. Ein Teil der Fasern der Gollschen Bündel verläuft übrigens nicht ununterbrochen zu den Kernen der zarten Stränge, sondern wird auf seinem Wege durch Einschaltung von zelligen Elementen der Hinterhörner unterbrochen.

Hier sei noch bemerkt, dass an der Grenze zwischen Hinterstrang und Seitenstrang, zum Teil noch innerhalb des ersteren und in der Nähe der Hinterhornspitze, das sog. laterale Wurzelgebiet gelegen ist, welches, wie erwähnt, Fasern des lateralen Bündels der hinteren Wurzeln enthält. Dieses Gebiet, obgleich unmittelbar den Burdachschen Bündeln angrenzend, steht nichtsdestoweniger zu den letzteren in keinerlei Beziehungen.

In den Seiten- und Vordersträngen des Rückenmarkes, zwischen welchen eine eigentliche topographische Grenze fehlt, unterscheiden wir zunächst in der hinteren Partie der Seitenstränge den Pyramidenseitenstrang (Schema 1, *pyp*; Taf. Fig. I, 4); dann lateralwärts von ihm entlang der Peripherie der hinteren Hälfte des Seitenstrangs das sog. direkte Kleinhirnbündel; endlich medianwärts von ihm, in dem Raum zwischen Pyramidenstrang und lateraler Grenze der grauen Substanz, der sog. Grenzschicht der grauen Substanz Flechsigs, noch ein besonderes Bündel, welches ich durch den Namen mediales Seitenstrangbündel (Schema 1, *i*; Taf. Fig. I, 5) kennzeichnen möchte[1]).

Ferner unterscheiden wir ein vorderes seitliches oder vorderes äusseres Bündel (Schema 1, *al*; Taf. Fig I, 6), welches entlang der Peripherie des vorderen Teiles des Seitenstranges unmittelbar vor dem Pyramiden- und Kleinhirnbündel gelegen ist; und endlich das Grundbündel des Seitenstranges (Schema 1, *bl*; Taf. Fig. I, 7, 8), welches sich seinerseits noch in mehrere, entwickelungsgeschichtlich verschiedene Fasersysteme sondern lässt. Das letztgenannte Bündel geht vorne ununterbrochen in das Grundbündel des Vorderstrangs (Schema 1, *ba*; Taf. Fig. I, 9) über, an dessen medialer Seite entlang dem Rande des vorderen Längsspaltes der ungekreuzte An-

[1]) Als Grenzschicht bezeichnet man den Teil der weissen Stränge, welcher am Rande der grauen Substanz medial vom Pyramidenseitenstrang gelegen ist. In diesem Gebiete finden sich jedoch zweierlei Arten von Fasern: die einen gehören dem Grundbündel der Seitenstränge an, die anderen, später ausgebildeten, repräsentieren ein durchaus selbständiges Fasersystem, welches ich eben mediales Bündel genannt habe.

teil des Pyramidenbündels oder der sog. Pyramidenvorderstrang sich hinzieht (Schema 1, *pya*; Taf. Fig. I, 4′).

Wir wenden uns jetzt zu einer detaillierten Schilderung der eben bezeichneten Stränge und beginnen mit dem mächtigsten derselben, nämlich dem Grundbündel des Vorder- und Seitenstranges.

Als Grundbündel der Vorder- und Seitenstränge bezeichnet man diejenigen Fasern der letzteren, welche zuerst bei Föten von circa 25 cm Länge markhaltig angetroffen werden, sich also früher als alle übrigen Teile der Vorder- und Seitenstränge ausbilden. Demgemäss sind Lage und Grenzen des Grundbündels am besten auf Schnitten aus dem Rückenmarke solcher Früchte zu ermitteln, die der genannten Entwickelungsperiode entstammen.

Das Grundbündel besitzt auf Querschnitten durch das Rückenmark eine ziemlich beträchtliche, fast überall die ganze Peripherie des Vorder- und Seitenhornes umfassende Ausdehnung. An der vorderen Kommissur beginnend, nehmen die Fasern desselben den ganzen Vorderstrang, mit Ausnahme des an dem vorderen Längsspalt gelegenen Pyramidenbündels ein, ferner das gesamte Übergangsgebiet zwischen Vorder- und Seitenstrang, durch welches die vorderen Wurzeln hindurchtreten, endlich noch einen grossen Teil des vorderen Abschnittes des Seitenstranges. Im Gebiete des letzteren und unmittelbar hinter der Austrittsstelle der vorderen Wurzeln, beginnt, besonders in den oberen Bezirken des Rückenmarkes, die äussere Grenze des Grundbündels allmählich von der Peripherie des Rückenmarkes sich zu entfernen; annähernd in der Ebene des Seitenhorns wendet sie sich dann plötzlich medianwärts und hört endlich an der grauen Substanz in der Gegend zwischen Seiten- und Hinterhorn auf.

Das Grundbündel erstreckt sich also teilweise auch auf jenen Bezirk des Seitenstranges, welcher, zwischen Pyramidenseitenstrang und Hinterhorn gelegen, von Flechsig als „Grenzschicht der grauen Substanz“ bezeichnet wurde.

Im übrigen ändern sich die Grenzen des Grundbündels in verschiedenen Ebenen des Rückenmarkes sehr wesentlich.

Etwas abwärts, wo der Pyramidenvorderstrang verschwindet, nehmen die Grundbündelfasern bereits den ganzen Vorderstrang ein; in noch tieferen Ebenen liegt das Grundbündel, entsprechend der bedeutenden Verkleinerung des vorderen seitlichen Bündels, der Peripherie des Seitenstranges fast bis zur vorderen Grenze des Kleinhirnbündels an und erstreckt sich gleichzeitig noch weit in das Gebiet der Grenzschicht des Seitenstranges hinein. Anders im oberen Teil des Halsmarkes: hier entfernt sich das Grundbündel sogar von der Peripherie des Vorderhornes, wodurch hier zwischen Grundbündel und äusserer Oberfläche des Seiten- und Vorderhornes ein feiner Zwischenraum entsteht, welcher zur Aufnahme eines später angelegten Faserbündels Verwendung findet[1]).

Wir hatten oben hingewiesen, dass im Grundbündel nicht ein, sondern mehrere Fasersysteme enthalten sind, die sich durch die Zeitfolge ihrer Entwickelung von einander unterscheiden.

Die zu allererst angelegten Fasern finden wir ungefähr im fünften Monat des intrauterinen Lebens, also bei Foeten von circa 25 cm Länge, markhaltig; zu einer Zeit, wo in den vorderen Wurzeln die Markbekleidung noch nicht beendet ist. Diese Fasern finden sich hauptsächlich in nächster Umgebung des Vorderhornes zerstreut. Nach einiger Zeit, während welcher die vorderen Wurzeln ihre Markscheidenbildung fast beendet haben, finden wir im Grundbündel einen bedeutenden Zuwachs markhaltiger Fasern. Aber noch in dieser Periode kann man, insbesondere in den äusseren Abschnitten des Grundbündels, eine gewisse Zahl zerstreuter markloser Fasern nachweisen, die sich später entwickeln, als die erstgenannten beiden Systeme.

Es ist möglich, dass die beiden zuerstausgebildeten Systeme der Grundbündel in direkter Beziehung zu den vorderen Wurzeln

---

[1]) Dieses Faserbündel bildet vielleicht die centrale Fortsetzung des medialen Bündels der Seitenstränge; jedoch ist nicht ausgeschlossen, dass wir es hier mit einem ganz besonderen Bündel zu thun haben.

stehen. Das dritte, am spätesten ausgebildete System besteht wahrscheinlich aus kurzen Fasern, welche Zellen verschiedener Ebenen der grauen Vorderhörner miteinander verbinden. Zu Gunsten dieser Anschauung über den Ursprung eines Teiles der Grundbündel sprechen unter anderem auch jene oben erwähnten Anhaltspunkte, die uns die Behandlung der Präparate nach Golgi darbietet.

Das Grundbündel des Vorder- und Seitenstranges enthält noch ein gesondertes, in der vorderen Kommissur sich kreuzendes Fasersystem, welches in den Zellen des Hinterhornes, insbesondere der Clarkeschen Säulen, entspringt, zum Teil aber unmittelbar aus den hinteren Wurzeln hervorgeht. (S. oben).

In diesen, von mir zuerst beschriebenen Fasern der vorderen Commissur hat Edinger in neuerer Zeit eine sensible Bahn erkannt, welche im verlängerten Marke zur Schleifenschicht sich gesellt. Kölliker ist bezüglich der erwähnten Fasern der gleichen Ansicht; jedoch giebt er, im Gegensatz zu Edinger, das Vorkommen langer Fasern in dem bezeichneten System nicht zu, sondern hält letztere für eine sensible Bahn zweiter Ordnung. Interessant ist eine hierher gehörige Beobachtung Auerbachs: dieser Autor sah nach Läsion des Hinterhornes und eines Teiles des Seitenstranges der einen Seite eine aufsteigende, allmählich abnehmende Degeneration des Grundbündels der vorderen seitlichen Stränge der anderen Seite auftreten; gleichzeitig konnte er zahlreiche degenerierende Fasern durch die vordere Commissur hindurch verfolgen. In neuerer Zeit fanden Otti und Rossi[1]) nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln unter anderem auch eine diffuse aufsteigende Degeneration der Seitenstrangreste der entgegengesetzten Seite. Diese Beobachtungen sprechen in nicht misszuverstehender Weise für das Vorkommen eines besonderen Fasersystems, welches von den Zellen des Hinterhorns und der Clarke-

---

[1]) Arch. ital. de Biologie 1881.

schen Säulen durch die vordere Commissur hindurch zum Grundbündel des Vorderseitenstranges der anderen Seite verläuft.[1])

Das Vorhandensein verschiedener Fasersysteme innerhalb des Grundbündels der Vorder- und Seitenstränge wird mit Sicherheit auch durch die sekundären Degenerationen bewiesen. Nach Durchschneidung des Rückenmarkes beobachtet man nämlich sowohl aufsteigende, als auch absteigende Degeneration der Grundbündel; freilich auf einer relativ kurzen Strecke. Die absteigende Degeneration betrifft hauptsächlich die peripheren Gebiete des Grundbündels. Im Vorderstrang ergreift die Degeneration in der Regel die Peripherie; lateralwärts dagegen, d. h. im Seitenstrang, entfernt sich das Gebiet der Degeneration allmählich von der Peripherie des Rückenmarkes, verschont also den Bezirk des vorderen äusseren Bündels; jedoch auch hier bleibt die Degeneration im wesentlichen auf die peripheren Gebiete des Grundbündels beschränkt. In den übrigbleibenden, dem Vorderhorne angrenzenden Teilen des Grundbündels finden sich nur geringe Mengen absteigend degenerierender Fasern; um so grösser ist hier dafür die Zahl der sekundär aufsteigend entarteten, bestimmte Strecken aufwärts verfolgbaren Fasern.

Etwas später als das Grundbündel entwickelt sich das sog. Kleinhirnbündel, welches als schmaler Streifen entlang der Peripherie der hinteren Hälfte der Seitenstränge sich hinzieht.[2]) Dieses Bündel (Schema 1, *cl*; Taf. Fig. I, II, III, VI, 3) war bereits Foville bekannt: er machte die Beobachtung, dass bei Neugeborenen an der hinteren Peripherie der Seitenstränge, welche hier noch grau, weil

---

[1]) In einem unlängst publizierten Fall von ausgedehnter gliomatöser Zerstörung des Hinterhorns fand Rossolimo aufsteigende Degeneration der anderseitigen Schleifenschicht; bezüglich einer Degeneration des von uns hier betrachteten Fasersystems jedoch können wir aus der Schilderung dieses Falles leider keinerlei Anhaltspunkte gewinnen.

[2]) Nach meinen Untersuchungen vollzieht sich die Markscheidenbildung im Kleinhirnbündel nicht später als zu Anfang des VI. Fötalmonates, da bei Föten von 25—28 cm Länge das Kleinhirnbündel bereits markhaltig gefunden wird.

marklos, erscheinen, ein Bündel grober markhaltiger Fasern gelegen ist, das durch das verlängerte Mark hindurch bis hinauf zum Kleinhirn sich verfolgen lässt.

Das soeben erwähnte Bündel besteht aus Fasern von durchweg groben Kaliber; es tritt zuerst im obersten Abschnitte der Lendenanschwellung auf. Anfänglich nimmt es äusserst rapid an Umfang zu, so dass es schon in der unteren Hälfte des Dorsalmarkes einen recht beträchtlichen Strang darstellt; weiter aufwärts jedoch wird der Zuwachs bedeutend langsamer.

Das Kleinhirnbündel, welches nach Rückenmarksläsionen gewöhnlich einer aufsteigenden Entartung anheimfällt, kann sowohl mittels der entwickelungsgeschichtlichen Methode, als auch mit Hilfe der sekundären Degeneration aufwärts dicht bis zum verlängerten Marke leicht verfolgt werden. Hier geht es in den strickförmigen Körper über und verläuft darauf zum Oberwurm des Kleinhirns (s. unten).

Was den Ursprung dieses Bündels im Rückenmark betrifft, so unterliegt es keinem Zweifel, dass es aus den Clarkeschen Säulen der entsprechenden Seite hervorgeht, wie wir bereits oben erwähnten.[1]) Wie wir sahen, erstreckt sich das Grundbündel nach hinten auch in das uns als Grenzschicht der grauen Substanz bekannte Gebiet. In letzterem ist jedoch, wie gesagt, noch ein besonderes Bündel zu unterscheiden, welches ich wegen seiner Lage mediales Bündel (Schema 1, *i*; Taf. Fig. I, 5) nenne. Die Fasern dieses letzteren

---

[1]) Die neuerdings von Löwenthal ausgesprochene gegenteilige Ansicht rücksichtlich des Zusammenhanges der Kleinhirnbündel mit den Clarkeschen Säulen kann nicht aufrecht erhalten werden. Dieser Autor bestreitet den Zusammenhang des Kleinhirnbündels mit den Clarkeschen Säulen auf Grundlage dessen, dass er nach Durchschneidung einer Hälfte des verlängerten Markes bei der neugeborenen Katze in der Folge eine ausgesprochene Atrophie der Clarkeschen Säulen konstatierte, während das Kleinhirnbündel unversehrt sich erwies. Hierbei jedoch ist der Umstand offenbar gänzlich unberücksichtigt geblieben, dass die Clarkeschen Säulen nicht allein zu den Kleinhirnbündeln Fasern entsenden, sondern auch zu den Hintersträngen des Rückenmarkes, sowie durch die vordere Commissur zu den vorderen lateralen Grundbündeln, welch' letztere sich in die Formatio reticularis fortsetzen.

entwickeln sich später als die des Grundbündels, aber früher als die Fasern der anderen benachbarten Bündel; Dank diesem Umstande kann das mediale Bündel am fötalen Rückenmarke aus entsprechender Entwickelungsperiode leicht erkannt werden.

Das mediale Bündel (Schema 1, *i*) tritt schon im Brustteil des Rückenmarkes mit Deutlichkeit hervor. Es liegt hier unmittelbar lateralwärts von der grauen Substanz zwischen Seiten- und Hinterhorn, nimmt also einen Teil des Raumes ein, der zwischen Pyramidenseitenstrang und grauer Substanz liegt. Weiter aufwärts rückt es mehr nach vorn, stets aber in der Nähe der grauen Substanz sich hinziehend.

Ueber den Ursprung der Fasern dieses Bündels wissen wir bis jetzt nichts positives. Man muss annehmen, dass es zu Zellen mehr nach hinten gelegener Bezirke der grauen Substanz in Beziehung steht, und dass es aus kurzen Fasern sich zusammensetzt, da eine Entartung desselben beim Menschen noch nicht bemerkt wurde. Beim Kaninchen konnte ich übrigens nach Durchschneidung des Rückenmarkes eine kurze Strecke weit aufwärts vom Orte der Läsion eine aufsteigende Degeneration dieses Bündels nachweisen.

Etwas später als am medialen Bündel vollzieht sich die Markscheidenbildung jenes Teils des vorderen Seitenstrangabschnittes, welcher in den oberen Rückenmarksgebieten unmittelbar lateralwärts vom Grundbündel längs der vorderen Peripherie des Seitenstranges und unmittelbar nach vorne vom vorderen Abschnitt des Kleinhirn- und Pyramidenbündels sich erstreckt. Das ist das sog. vordere laterale oder vordere äussere Seitenstrangbündel (Schema 1, *al*; Taf. Fig. I, II, 6), welches zuerst von Gowers durch Untersuchung der sekundären Degenerationen, und ganz unabhängig davon von mir durch die entwickelungsgeschichtliche Untersuchungsmethode als gesondertes Bündel erkannt worden ist.

Dieses Bündel ist bereits im unteren Teil des Brustmarkes nachweisbar, wo es unmittelbar nach vorne und zum Teil nach aussen vom Pyramidenbündel sich befindet. Aufwärts nimmt es

an Mächtigkeit allmählich zu; in der oberen Hälfte des Brustmarkes liegen seine Fasern zerstreut zwischen den Fasern des hintern Abschnittes des Grundbündels; zum Teil aber sammeln sie sich in dem Winkel zwischen vorderer Grenze des Pyramidenbündels und dem entlang der hinteren Peripherie des Seitenstranges hinziehenden Kleinhirnbündel. Aufwärts von der Halsanschwellung endlich wird es zu einem mehr kompakten Bündel und lagert sich im peripheren Seitenstranggebiet; hier liegt es zum Teil dem vorderen Abschnitt des direkten Kleinhirnbündels an, zum Teil tritt es an die Peripherie des Rückenmarkes und erstreckt sich nach vorne bis zur Austrittsstelle der vorderen Wurzeln.

Zum verlängerten Mark hin lässt sich das vordere äussere Seitenstrangbündel am fötalen Rückenmark bis zur Höhe der vorderen Seitenstrangkerne verfolgen; in den letzteren werden seine Fasern, wie es scheint, unterbrochen.

Im Gefolge durch Krankheitsprozesse bedingter Rückenmarkläsionen tritt, wie Gowers und ich nachwiesen, aufsteigende Degeneration des vorderen äusseren Seitenstrangbündels ein. Da die Degeneration bis an das verlängerte Mark reicht, so müssen wir folgern, dass dieses Bündel aus langen, von einer gegebenen Rückenmarksebene zum verlängerten Mark verlaufenden Fasern besteht. — Es sei hier bemerkt, dass in pathologischen Fällen sekundäre aufsteigende Degeneration des vorderen äusseren Bündels am häufigsten gleichzeitig mit einer solchen des Kleinhirnbündels beobachtet wird. Jedoch sind wiederholt (z. B. von Gowers) auch Fälle beschrieben worden, wo das vordere äussere Bündel getrennt vom Kleinhirnbündel degenerierte. Interessant sind in dieser Beziehung die neueren Untersuchungen Barcacci's:[1]) er fand nach Rückenmarkläsion im Gebiet des XII. Brustwirbels in den Seitensträngen isolierte aufsteigende Degeneration des vorderen äusseren Bündels, und erst

[1]) Centr. für allg. Path. u. Path. Anat. 1891.

nach Läsionen in der Höhe des VI. Brustnerven auch gleichzeitige Degeneration des Kleinhirnbündels.

Über die Ursprungsverhältnisse des vorderen äusseren Bündels im Rückenmark ist noch nichts feststehendes bekannt. Ich kann auf Grund meiner Präparate nur soviel sagen, dass in das Gebiet dieses Bündels Fasern aus den mittleren Teilen der grauen Substanz eintreten.

Später als alle anderen Teile der Vorder- und Seitenstränge, am spätesten von allen Strängen des Rückenmarkes überhaupt, entwickeln sich die s. g. Pyramidenbündel (Schema 1, *pyp, pya*; Taf. Fig. I, 4, 4'). Sie verdanken ihren Namen dem Umstande, dass sie spinale Fortsetzungen der Pyramiden darstellen. Wie erwähnt, bestehen sie aus einem direkten oder ungekreuzten Bündel, welches die innerste Partie des Vorderstranges bildet, und einem mächtigeren gekreuzten Bündel. Letzteres liegt in der hinteren Hälfte des entgegengesetzten Seitenstranges in dem Raum, welcher aussen vom Kleinhirnbündel, vorne von der hinteren Partie des vorderen äusseren und des Grundbündels, innen vom medialen Bündel, hinten vom lateralen Wurzelgebiet begrenzt wird.

Umfang und Lage des Pyramidenbündels im Rückenmark weisen bedeutende individuelle Schwankungen auf. In äusserst seltenen Fällen fehlt die Pyramidenkreuzung vollständig; dann finden sich die Pyramidenbündel auch nur in den Vordersträngen. Relativ selten sind auch die Fälle von einseitigem Fehlen der Pyramidenkreuzung, wo in der einen Rückenmarkshälfte vollständiger Mangel des Pyramidenseitenstranges besteht, während um so mächtiger der Pyramidenvorderstrang derjenigen Seite ausgebildet ist, welche der ungekreuzt gebliebenen Pyramide entspricht.

Etwas häufiger beobachtet man totale Kreuzung beider Pyramiden: in diesen Fällen finden sich im Rückenmark nur Pyramidenseitenstränge, und Pyramidenvorderstränge fehlen ganz. Auch sind Fälle zu constatieren, wo die eine Pyramide eine totale, die andere eine partielle Kreuzung erfährt; hierbei ist die eine Rückenmarks-

hälfte durch vollständigen Mangel des Pyramidenvorderstranges ausgezeichnet, während die andere einen solchen aufweist.

Am allerhäufigsten ist partielle, wenn auch meist ungleichmässige, Kreuzung beider Pyramiden, und infolgedessen in jeder Rückenmarkshälfte je ein Pyramidenvorderstrang und je ein Pyramidenseitenstrang zu finden.

Weiter finden wir, dass sowohl die Lage der Pyramidenbündel, als auch ihre relativen Dimensionen in den Vorder- und Seitensträngen bedeutenden Schwankungen unterliegen. Die Schwankungen der Lage der Pyramidenbündel gehen natürlich mit einer relativen Lageveränderung der benachbarten Bündel Hand in Hand. Jedoch sind mehr oder weniger ausgesprochene Abweichungen der Lage der Pyramidenbündel im ganzen nicht sehr häufig.

Eine grössere Wichtigkeit kommt meiner Meinung nach den relativ häufig, man könnte sagen, ganz gewöhnlich auftretenden Schwankungen der relativen Mächtigkeit der Pyramidenvorder- und Pyramidenseitenstränge zu, auf welche zuerst Flechsig hingewiesen hat. Nach Flechsig besteht zwischen dem ungekreuzten Pyramidenvorderstrang und dem gekreuzten Pyramidenseitenstrang eine derartige Wechselbeziehung, dass bei relativ starker Ausbildung eines der Pyramidenseitenstränge der Pyramidenvorderstrang der anderen Seite nur relativ wenig entwickelt ist, und vice versa. Dieses Gesetz gilt nach meinen Beobachtungen für die grosse Mehrzahl der Fälle. Es scheint darauf hinzuweisen, dass die Kreuzung der Pyramiden beim Menschen nur scheinbar eine partielle ist, dass sie vielmehr später in der vorderen Rückenmarkscommissur vervollständigt wird. In diesem Sinne hat neuerdings auch Lenhossék sich geäussert.[1])

Unabhängig hiervon macht sich ziemlich häufig eine ungleichmässige Ausbildung der Pyramiden und gleichzeitig auch der entsprechenden Pyramidenstränge bemerkbar. In einigen Fällen er-

---

[1]) Lenhossék. Anat. Anzeiger 1889.

scheinen die Pyramiden resp. die zugehörigen Pyramidenstränge überhaupt relativ klein, in anderen Fällen relativ gross.

Endlich ist von den Pyramidenvordersträngen noch anzuführen, dass, wie ich mich überzeugen konnte, abgesehen von ihrer Mächtigkeit in einzelnen Fällen auch ihre Länge beträchtlichen Schwankungen unterliegt. In einer Reihe von Fällen reicht der Pyramidenvorderstrang nahezu bis zur Mitte des Brustmarkes oder noch tiefer abwärts, in anderen Fällen nur bis zum oberen Abschnitt des Dorsalmarkes, und in noch anderen Fällen hört er schon im Halsmarke auf. Auch nach dieser Richtung bestehen keinerlei constante Wechselbeziehungen zwischen den beiderseitigen Bündeln.[1])

Ohne Zweifel spielen viele der eben besprochenen Schwankungen der Dimensionen und der Kreuzungsverhältnisse der Pyramidenbündel auch in der klinischen Medicin, sowie in der pathologischen Anatomie eine Rolle; dieser Umstand rechtfertigt die grössere Ausführlichkeit der Schilderung obiger Verhältnisse. Bei dieser Gelegenheit darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch die anderen Stränge des Rückenmarkes in Bezug auf Lage und Grösse nicht unbeträchtliche Schwankungen aufweisen; die letzteren finden sich insbesondere am vorderen äusseren und am Kleinhirnbündel ausgeprägt, sind jedoch hier bei weitem nicht so gross, wie bei den Pyramidenbündeln.

Innerhalb der Kleinhirnbündel finden sich, wie ich unlängst dargethan habe, zerstreute Fasern eingelagert, welche einer etwas früheren Entwickelungsphase entstammen. Diese Fasern bilden

---

[1]) Beachtenswert ist die grosse Mannigfaltigkeit der relativen Ausbildung der Pyramidenstränge bei verschiedenen Tierspecies. Dabei erweist sich, dass die Mächtigkeit der Pyramidenstränge in direktem Verhältnis steht zum Grade der Anpassung der Gliedmassen eines Tieres an die Ausführung einzelner Bewegungen nach Art von Werkzeugen (ähnlich der Hand). Grosse Unterschiede bei Tieren bietet auch die relative Lage der Pyramidenbündel. Bei den meisten Wirbeltieren, sogar bei den höheren (Hund, Katze), fehlt der Pyramidenvorderstrang gänzlich; bei einigen (Ratte, Maus, Meerschweinchen) liegen die Pyramidenstränge nicht in den Seitensträngen, sondern, wie ich und Lenhossék bewiesen, im vorderen Teile der Hinterstränge.

offenbar ein ganz selbständiges System. Denn bei sekundärer absteigender Degeneration der Pyramidenstränge im Gefolge von Hirnläsionen findet sich innerhalb der letzteren constant eine gewisse Anzahl nicht degenerierter Fasern, welche aller Wahrscheinlichkeit nach mit den eben erwähnten früher ausgebildeten Fasern identisch sind.

Leider ist über das endliche Schicksal dieser Fasern bisher noch sehr wenig bekannt. Es ist denkbar, dass wenigstens ein Teil derselben aus dem Kleinhirn stammt und sich innerhalb der Brücke zu den Pyramidensträngen gesellt. Zu Gunsten dieser Annahme spricht erstens der Umstand, dass die erwähnten Fasern oberhalb der Brücke, wenn überhaupt, so nur in sehr unbedeutender Anzahl angetroffen werden; andererseits die Thatsache, dass nach Entfernung einer Kleinhirnhälfte unter anderem eine absteigende Degeneration der entsprechenden Pyramidenbündel und sogar der vorderen Wurzeln beobachtet wurde.[1])

Sehr beachtenswert ist ferner der Umstand, dass das Gebiet der sekundären Degeneration der Pyramidenseitenstrangbündel merklich kleiner ausfällt, als das marklose Gebiet der letzteren bei der Untersuchung nach entwickelungsgeschichtlicher Methode. Dies scheint dafür zu sprechen, dass in dem marklosen, der Lage der Pyramidenstränge entsprechenden Gebiete, ausser den letzteren noch ein anderes System von Fasern enthalten ist, welches in absteigender Richtung nicht entartet. Leider sind unsere Kenntnisse hierüber noch sehr lückenhaft.

---

[1]) Marchi, Rivista sperimentale di freniatria XIII. 1888.

III. Kapitel.

Von der Faserung des Hirnstammes.

Ein beträchtlicher Teil der grauen Substanz des Hirnstammes tritt in Gestalt mehr oder minder isolierter Inselchen oder Nester auf, die durch Bündel weisser Fasern von einander getrennt sind. Die letzteren verlaufen hier unter gegenseitiger Kreuzung und Durchflechtung nach den verschiedensten Richtungen hin, wodurch der zu schildernde Hirnteil einen so komplizierten Bau erhält, wie ihn kein anderes Gebiet des Centralnervensystems aufweist.

Zu allernächst wollen wir uns hier zu einer Betrachtung der Nester grauer Substanz wenden, deren gegenseitige Verknüpfungen und Beziehungen das Thema der folgenden Darstellung bilden.

Die graue Säule des Rückenmarkes erfährt bei ihrem Übertritt in die Oblongata eine Reihe eigenartiger, ihre äussere Form erheblich beeinflussender Veränderungen. Vor allem beginnen die Hinterhörner schon im oberen Halsmark allmählich lateralwärts auseinander zu rücken; hierbei werden sie, entsprechend der hier platzgreifenden Vergrösserung des Rückenmarkquerschnitts, merklich in der Längsrichtung ausgezogen, während ihre Basis sich verschmälert. Gleichzeitig beginnen aus der Basis des Hinterhorns bedeutende, in der Richtung nach hinten stetig zunehmende Anhäufungen grauer Substanz sich vorzuwölben, von welchen die innere mehr birnförmige, die äussere mehr keilförmige Gestalt an-

nimmt. Das sind die Kerne der zarten Stränge (*nfg*, Taf. Fig. VI, II) und der Keilstränge (*nfc*, Taf.; Fig. VI, II), in welchen die Fasern der gleichnamigen Bündel enden. Beide Kerne, von welchen der erstere etwas tiefer beginnt, als der letztere, erstrecken sich aufwärts einige Millimeter oberhalb des Calamus scriptorius. Hier hört wiederum der Kern des ersteren tiefer auf, als der des letzteren.

X Der Kern des Keilstranges, welcher eine relativ zum Kern des zarten Stranges beträchtliche Grösse besitzt, besteht eigentlich aus zwei Teilen: dem medialen und lateralen Kern. Beide liegen dicht bei einander, unterscheiden sich aber von einander sowohl strukturell, als auch in ihren Beziehungen zu anderen Hirnteilen. Der laterale oder äussere Kern besteht hauptsächlich aus den grossen Zellen des ersten Typus von Golgi; im inneren Kern dagegen finden sich neben diesen unverhältnismässig häufig auch Zellen des zweiten Typus von Golgi [Blumenau].

Noch vor dem Übergang des Rückenmarks in das verlängerte Mark tritt in dem Winkel zwischen Seiten- und Hinterhorn ein Balkenwerk aus grauer Substanz auf, durch welches weisse Faserbündel hindurchtreten. Diese als Processus reticularis bekannte Formation bildet im unteren Abschnitt des verlängerten Marks die Grundlage des nahe seiner Seitenfläche gelegenen vorderen und hinteren Seitenstrangkerns (*nla, nlp,* Taf. Fig. VI und II).

Der erstere dieser Kerne steht allem Anscheine nach in Beziehung zu dem vorderen äusseren Bündel des Rückenmarks (Taf. Fig. II und VI, 6); ob aber der hintere, etwas höher und zunächst dem Hinterhorne gelegene Kern in Beziehung zu Rückenmarksträngen steht, ist bis jetzt nicht bekannt.

Die Übergangsstelle des Rückenmarks in die Oblongata wird bekanntlich durch die Pyramidenkreuzung gekennzeichnet. Die Pyramidenkreuzung bewirkt eine Abschnürung des Vorder- und Seitenhorns von der übrigen Masse der grauen Substanz. Das Vorderhorn verwandelt sich durch allmähliche Einlagerung einer grossen Zahl von Fasern in die sog. Formatio reticularis der Oblongata,

welche zerstreute, vieleckige Zellen von beträchtlicher Grösse einschliesst. Bald wird auch die Basis des Hinterhorns von zahlreichen Fasern durchsetzt; die Formatio reticularis nimmt dadurch schnell an Ausdehnung zu, während die Substantia gelatinosa des Hinterhorns mehr oder weniger vollständig von der übrigen grauen Substanz abgeschnürt wird und sich aufwärts als besondere Formation fortsetzt, welche die aufsteigende Trigeminuswurzel begleitet.

Während sich die sog. untere Kreuzung vollzieht und die Pyramiden des verlängerten Marks sich ausbilden, treten zu beiden Seiten der letzteren als Fortsetzung der Reste der Vorderhörner zwei neue Formationen auf, die sog. unteren Oliven (*oi*, Taf. Fig. II und VI). Diese repräsentieren je ein gefälteltes Blättchen grauer Substanz. Sie erstrecken sich aufwärts bis zur Höhe des unteren Teiles der Brücke und bedingen an der Vorderfläche des verlängerten Marks je eine Hervorragung von beträchtlicher Ausdehnung zu beiden Seiten der Pyramiden. In nächster Nachbarschaft der Oliven, und zwar nach hinten und medianwärts, liegen zwei kleinere Formationen, welche in äusserer Form und Struktur vollkommen mit den Oliven übereinstimmen und daher Nebenoliven (Taf. Fig. II, *ois*) heissen[1]).

In ziemlich derselben Höhe nach vorne, nur etwas höher, auch medial von den Pyramiden findet sich eine kleine Anhäufung grauer Substanz, das ist der bogenförmige oder Pyramidenkern (n. arciformis s. arcuatus), welcher im übrigen zu den Fasern der Pyramiden selbst in keinen näheren Beziehungen steht. Dieser Kern geht unmittelbar in die Brückenkerne über (*np*, Taf. Fig. VI, III, IV), auf welche wir später noch zurückkommen.

Im hinteren Teile des verlängerten Marks, mit der Eröffnung des Centralkanals, beginnen die Kerne der Hinterstränge allmählich

---

[1]) Neuere Untersuchungen von Vincenzi haben jedoch gezeigt, dass die Zellen der Nebenolive sich durch einen etwas anderen Bau auszeichnen, als die Zellen der unteren Oliven, und dass die unteren Oliven bei der Katze nur Zellen der Nebenoliven enthalten. Atti della R. Academia medica di Roma 1886—1887. Edingers Bericht in Schmidts Jahrbüchern 1887.

mehr und mehr lateralwärts auseinanderzurücken. Medial von ihnen aber treten in der den Boden des IV. Ventrikels in Form einer Scheibe auskleidenden grauen Substanz allmählich die Kerne von Hirnnerven: *hypoglossus, vagus, glossopharyngeus* hervor. Übrigens tritt der durch bedeutende Länge ausgezeichnete Hypoglossuskern in der Nähe des Centralkanals vor Eröffnung des letzteren, also unterhalb des Calamus scriptorius, zuerst auf, und steht hier in direktem Zusammenhang mit der den Centralkanal umgebenden grauen Substanz.

In dieser Höhe stossen wir im inneren Bereich des verlängerten Marks noch auf zwei kleinere Formationen. Die eine, lateral gelegene, ist der motorische oder vordere Vaguskern (n. ambiguus); die andere, in den inneren Bezirken der Formatio reticularis unmittelbar medianwärts von den Wurzeln des Hypoglossus gelegen, ist zuerst von N. A. Misslawsky unter der Bezeichnung respiratorischer Kern beschrieben worden; Obersteiner bezeichnete sie, der Lage entsprechend, als Vorderstrangkern, nucleus funiculi anterioris (Taf. Fig. II, VI, *nrp*). Beachtenswert ist noch eine besondere, im Grau der Rautengrube über dem Hypoglossuskern gelegene Formation, welche als Kern des runden Stranges (nucleus funiculis teretis) bezeichnet wird.

Auf höherliegenden, in der Ebene des oberen Bereiches der unteren Oliven dorsalwärts von letzteren geführten Schnitten treffen wir zu beiden Seiten der Raphe auf beträchtliche, keine scharfe Abgrenzung aufweisende Anhäufungen grauer Substanz; innerhalb zahlreicher hier verlaufender markhaltiger Fasern enthalten sie grosse multipolare Ganglienzellen. Diese Formationen sind als untere centrale Kerne oder als Rollersche Kerne bekannt (Taf. Fig. II, VI, *nci*).

Ungefähr in derselben Höhe, zwischen dem oberem Abschnitt der unteren Olive und der Substantia gelatinosa des Trigeminus beginnt der Facialiskern. Ferner tritt nahe der dorsalen Oberfläche der Oblongata der sog. innere Kern des Akustikus auf, und un-

mittelbar nach aussen von letzterem der grosszellige Deitersche Kern (Taf. Fig. III, VI, *n. D*). Endlich trifft man im äussersten Bezirk des verlängerten Markes, entsprechend der Eintrittsstelle des Akustikus in das Gehirn, den vorderen oder lateralen Kern des Akustikus (Taf. Fig. III, *naa*) und das sog. Tuberculum acusticum.

Beim Übergang des verlängerten Markes in die Brücke treten nach innen und zum Teil ventralwärts von den Kernen des Facialis neue graue Massen auf, das sind die oberen Oliven (Taf. Fig. III, IV, VI *os*).

In nächster Nachbarschaft der oberen Oliven unterscheiden wir innerhalb der hier transversal durchtretenden Fasern des corpus trapezoides noch einige kleinere graue Nester, welche als Kerne des corpus trapezoides (Taf. Fig. III, *ntr*) bezeichnet werden können. In derselben Höhe findet sich, nahe dem lateralen Winkel der Rautengrube, ein besonderer, zuerst von mir beschriebener Kern (Taf. Fig. III, IV *nv*), welcher die Fasern des Ramus vestibularis nervi acustici aufnimmt (nucleus angularis; nucleus nervi vestibularis; Bechterewscher Kern nach der Nomenclatur Raubers und Obersteiners). An der Umbiegungsstelle der Facialiswurzel treffen wir den Kern des Abducens (VI, Taf. Fig. III und VI). Zu beiden Seiten der Raphe beginnen ferner in den ventralen Bezirken der oberen Etage mächtige graue Kerne aufzutreten, welche mit den grauen Massen der Schleife und der Brücke zusammenhängen; sie erscheinen als ein grosser Vorsprung dieser grauen Massen in das Gebiet der Haube hinein. Diese Kerne bedingen längs der äusseren Seite recht beträchtliche, flügelartige Vorwölbungen und werden in transversaler Richtung von zahlreichen Fasern durchsetzt, welche aus der Raphe in den seitlichen Bereich der Formatio reticularis eintreten. Dadurch erhält das Innere dieser Kerne einen netzartigen Bau, um dessen willen ich letztere zuerst unter der Bezeichnung nuclei reticulares tegmenti oder Kerne der oberen Brückenhaube (Taf. Fig. III, VI, IV *nrt*) beschrieben habe.

Etwas weiter aufwärts begegnet man in der Höhe der Trigeminuswurzeln zwei neuen grauen Bildungen — dem motorischen und sensorischen Kern der Trigeminuswurzel. In dieser Gegend ist der Nucleus reticularis tegmenti zur vollen Entfaltung gelangt.

Noch etwas mehr aufwärts, nahe dem oberen Winkel des IV. Ventrikels findet sich eine Zellgruppe, welche den Ursprung der absteigenden Trigeminuswurzel darstellt. Ventralwärts und etwas nach innen davon liegt der sog. Locus coeruleus oder die Substantia ferruginea. In den Seitenteilen der Brückenhaube, innerhalb der lateralen Schleife, begegnet man einer besonderen Anhäufung grauer Substanz, welche unter der Bezeichnung Kern der lateralen Schleife (Taf. Fig. IV, VI *nl*) bekannt ist. Ungefähr in der gleichen Höhe finde ich im centralen Bereich der Formatio reticularis eine wenig umfangreiche Anhäufung grosser Zellen, welche innerhalb weisser Fasermassen eingelagert sind und dadurch an den unteren centralen Kern erinnern. Da diese Zellanhäufung, so viel ich weiss, bis jetzt noch nicht beschrieben ist, so möchte ich sie als lateralen oberen centralen Kern (nucleus centralis superior lateralis) bezeichnen.[1])

Wenn wir endlich unmittelbar hinter dem hinteren Vierhügel einen Schnitt führen, so finden wir ausser den erwähnten Formationen noch eine Anhäufung grauer Substanz zu beiden Seiten der Raphe, welche ich als oberen centralen Kern (Taf. Fig. VI, IV *ncs*) beschrieben habe; zum Unterschied von dem vorigen kann dieser als innerer oberer centraler Kern (Nucleus centralis superior medialis) bezeichnet werden. Ferner finden wir in der unteren Brückenetage auf der ganzen, vom oberen Ende der unteren Oliven bis zur Ebene des hinteren Vierhügels reichenden Strecke mächtige Anhäufungen grauer Massen; diese liegen teils in den

---

[1]) Dieser Kern kann am Katzen- und Hundehirn sehr deutlich gesehen werden, wenn man Schnitte in der Ebene zwischen dem hinteren Vierhügel und Kleinhirn macht. Die Zellen desselben sind bei diesen Tieren so gross, dass sie schon mit unbewaffnetem Auge als einzelne Punkte zu erkennen sind.

dorsalen inneren Partien der Brücke, teils in den ventralen äusseren und werden Brückenkerne genannt. Unmittelbar nach vorne oder aufwärts von der Brücke (d. h. cerebralwärts) liegt dorsal das Ganglion interpedunculare [Gudden] (Taf. Fig. VI und V, *gi*), bei Tieren sehr deutlich, im menschlichen Gehirn aber nur sehr wenig ausgeprägt.

Auf Schnitten in der Ebene des hinteren Vierhügels finden wir von neuen Formationen den Kern des hinteren Vierhügels (Taf. Fig. VI, V, *cqi*), welcher der Lage nach der Erhebung des hinteren Vierhügels entspricht, und den Kern des Trochlearis. Etwas höher, in der Ebene zwischen hinterem und vorderem Vierhügel, treffen wir im lateralen Bereich der Haube auf eine neue, weniger umfangreiche Bildung, welche ich unter der Bezeichnung Nucleus lemnisci lateralis (Taf. Fig. V, VI, *nll*) zuerst beschrieben habe. Um Verwechselungen mit dem oben erwähnten Kern der lateralen Schleife zu vermeiden, halte ich es, entsprechend dem ursprünglichen Vorschlag Prof. Flechsigs, gegenwärtig für richtiger, den erwähnten Kern als Corpus parabigeminum zu bezeichnen.

In der Höhe des vorderen Vierhügels stossen wir im ventralen Bereich der grauen Massen des Aquaeductus Sylvii, welche eine unmittelbare Fortsetzung der grauen Substanz der Rautengrube darstellen, zum ersten Mal auf Zellenanhäufungen, welche den Hauptkernen des Oculomotorius entsprechen; etwas höher findet sich der innere oder mediale, und darauf folgt der obere Kern des Oculomotorius (Taf. Fig. V, *n* III). Ventralwärts und etwas lateralwärts von den Kernen des Oculomotorius liegen die sog. roten Kerne (Taf. Fig. V, VI, *nr*); noch mehr lateralwärts und näher der Basis des Pedunculus cerebri breitet sich die Substantia nigra Sömmerringii (Taf. Fig. V, VI, *sn*) aus, welche hier die Haube von der Basis trennt. Ausserdem finden wir in der Tiefe der Grosshirnschenkel noch eine kleinere, längliche, konisch geformte Anhäufung grauer Substanz. Diese liegt zwischen rotem Kern und Substantia nigra schräg zur Sagittalebene und nimmt die Fasern des Tractus

peduncularis transversus in sich auf, weshalb sie auch mit dem Namen Nucleus tractus peduncularis transversi bezeichnet werden kann.

Annähernd in derselben Ebene liegt zwischen rotem Kern einerseits und der an die laterale Oberfläche des verlängerten Markes hinausrückenden Schleifenschicht andererseits eine ziemlich umfangreiche Anhäufung grauer Massen, welche zuerst von mir unter der Bezeichnung Nucleus innominatus (Taf. Fig. V, VI, *ni*) beschrieben worden ist.[1])

Noch höher stossen wir, dorsalwärts vom vorderen Vierhügel, auf ein Gebilde, welches unter dem Namen Glandula pinealis bekannt ist und jetzt, entgegen der Ansicht Schwalbes, Cioninis und anderer, als ein, Nervenfasern enthaltendes Organ (Darkschewitsch, Edinger)[2]) erkannt worden ist. Weiter finden wir das Corpus subthalamicum oder den Luysschen Kern (Taf. Fig. VI, *cL*), den Globus pallidus des Linsenkerns (Taf. Fig. VI, *gp*), den Nucleus habenulae (Taf. Fig. VI, *nh*) und den Thalamus opticus (Taf. Fig. VI, *th*) mit dem ihm angrenzenden Corpus geniculatum mediale und laterale (Taf. Fig. V, VI, *cgi, cge*), welch letztere noch in eine Reihe besonderer Kerne eingeteilt werden können. An der Basis cerebri endlich finden wir ausser dem Grau des III. Ventrikels (Taf. Fig. VI, *sgc*), der unmittelbaren Fortsetzung des Höhlengraus des Aquaeductus Sylvii, noch die sog. zitzenförmigen Kerne (Corpora mamillaria) — (Taf. Fig. VI, *cc*) und das Tuber cinereum.

Zu betonen ist, dass der Sehhügel in seinem Inneren noch mehrere gesonderte Bildungen aufweist. Wir unterscheiden in ihm 1) einen medialen oder Hauptkern, auch innerer Burdachscher

---

[1]) S. Neurolog. Centralblatt Nr. 21. 1885.

[2]) Neuere interessante Untersuchungen lassen schliessen, dass die Glandula pinealis in der That ein Rudiment des dritten oder Parietalauges repräsentiert, dessen Vorkommen bei einigen Eidechsenspecies durch die Untersuchungen von Graaf, Spencer und Miclucho-Maclay bewiesen ist.

Kern genannt, mit welchem das Pulvinar in direktem Zusammenhang steht; 2) einen oberen oder vorderen Kern (Taf. Fig. VI, *na*), nach vorn vom medialen gelegen; 3) einen lateralen, von zahlreichen markhaltigen Fasern durchsetzten Kern (Taf. Fig. VI, *npc*), und 4) einen kleinen mittleren Kern (Centre median von Luys), zwischen medialem und lateralem Kern gelegen.

Ausserdem ist von W. F. Tschish (Laboratorium von Prof. Flechsig) innerhalb des Thalamus opticus noch ein besonderer schalenförmiger Körper beschrieben worden; derselbe liegt zwischen mittlerem Kern und den Fasern, welche vom roten Kern zum lateralen Kern des Sehhügels verlaufen.

Was die Corpora mamillaria betrifft, so müssen wir nach Gudden in denselben eigentlich zwei Teile oder zwei Kerne unterscheiden, welche sich durch ihre Verbindungen von einander unterscheiden: einen medialen und einen lateralen Kern.

Endlich schliesst auch das Tuber cinereum mehrere Kerne ein. Nach Lenhossék müssen wir in demselben drei mehr oder weniger deutlich abgegrenzte Kerne unterscheiden. Unmittelbar vor und über dem Tractus opticus den Nucleus supraopticus; unmittelbar nach hinten von diesem einen vordern, und noch mehr nach hinten einen hinteren lateralen Kern des tuber cinereum.

Ueber die physiologische Rolle vieler der namhaft gemachten Gebilde sind unsere Kenntnisse gegenwärtig noch äusserst lückenhaft. Abgesehen von den Kernen der Hirnnerven, deren Bedeutung — allerdings auch nicht bei allen — schon aus ihren anatomischen Beziehungen zu den abgehenden Wurzeln hervorgeht, beschränken sich unsere Kenntnisse über die Physiologie der genannten Formationen in kurzem auf folgendes:

Die unteren Oliven haben, wie ich aus Tierversuchen erschliessen konnte, zweifellos Beziehungen zur Gleichgewichtserhaltung des Körpers. Damit steht auch die Thatsache in vollster Harmonie, dass die unteren Oliven, wie wir später sehen werden, in direktem Zusammenhang mit dem Kleinhirn stehen. Auf Grundlage von mir

ausgeführter Tierversuche müssen wir den dem III. Ventrikel benachbarten, streng anatomisch noch nicht erforschten Gebieten ebenfalls sehr nahe Beziehungen zur Funktion der Gleichgewichtserhaltung zuschreiben. Eine gewisse, allerdings noch nicht genügend aufgeklärte Beziehung zu den Gleichgewichtsfunktionen kommt auch den Brückenkernen zu, welche, wie wir unten sehen werden, in grosser Ausdehnung mit den Kleinhirnhemisphären verbunden sind.

Was die Kerne der Formatio reticularis anlangt, so unterliegt es keinem Zweifel, dass sie als sehr wichtige Reflex-Centren eine Rolle spielen, wenn es auch — von wenigen Ausnahmen abgesehen — nicht mit Sicherheit feststeht, welcher Art Reflexe durch die Vermittelung dieses oder jenes grauen Kerns übertragen werden. Nur so viel wollen wir hier anführen, dass der Vorderstrangkern nach den Versuchen von N. A. Misslawsky als respiratorisches Centrum anzusprechen ist, und dass der unterste centrale Kern seiner Lage nach fast genau der Lokalisation des vasomotorischen Centrums entspricht, was zu der Voraussetzung berechtigt, dass die Funktion dieses Centrums durch die Vermittelung des erwähnten Kerns vor sich geht. — Unterdessen hat der Nucleus reticularis, nach seinen Verbindungen, von welchen später die Rede sein wird, zu urteilen, höchstwahrscheinlich die Bedeutung eines besonderen motorischen Centrums.

Welche Bedeutung den oberen centralen Kernen für die Reflexthätigkeit des Organismus zukommt, können wir gegenwärtig nicht im mindesten beurteilen. Was dagegen die grauen Nester des lateralen Feldes der Formatio reticularis betrifft, so können hier einige Überlegungen bezüglich der Funktion der oberen Oliven Erwähnung finden. Da die letzteren, abgesehen von ihrer Verbindung mit dem vorderen Kern des Acusticus [Nucleus anterior Meynerts], noch mit dem Kern des Abducens in Zusammenhang stehen, so können wir ihnen mit vollem Recht die Rolle eines die reflektorischen Augenbewegungen beherrschenden Centrums zuerteilen. Zu Gunsten dieser Annahme spricht auch der Zusammenhang der oberen Oliven

mit dem Kleinhirn; denn mehr oder weniger umfangreiche Läsionen des letzteren haben, wie bekannt, stets Störungen der Stellung und der Reflexbewegungen der Augäpfel zur Folge.

Aus der Reihe der übrigen grauen Nester des Gehirnstammes wollen wir hier nur noch die Funktionen der beiden wichtigsten Gehirnformationen — der Vierhügel und der Sehhügel mit einigen Worten berühren.

Der vordere Vierhügel hat, wie Versuche gelehrt haben, innige Beziehungen zur Gesichtsfunktion. Die Richtigkeit dieser Thatsache geht übrigens schon aus dem Umstand hervor, dass der vordere Vierhügel mit den Corpora geniculata externa Ganglien repräsentieren, in welchen die Fasern der Sehnerven eine Unterbrechung erfahren. Die Bedeutung der hinteren Vierhügel ist jedoch bis jetzt noch nicht aufgeklärt. Die näheren Beziehungen derselben zum vorderen Acusticuskern, welche durch die laterale Schleife und durch Fasern des Corpus trapezoides vermittelt werden, lassen die Annahme berechtigt erscheinen, dass sie bei der Gehörfunktion eine Rolle spielen. Andrerseits ist kaum daran zu zweifeln, dass die hinteren Vierhügel auch zur Bewegungsfunktion in näheren Beziehungen stehen und die Bedeutung eines besonderen motorischen oder koordinatorischen Zentrums haben.

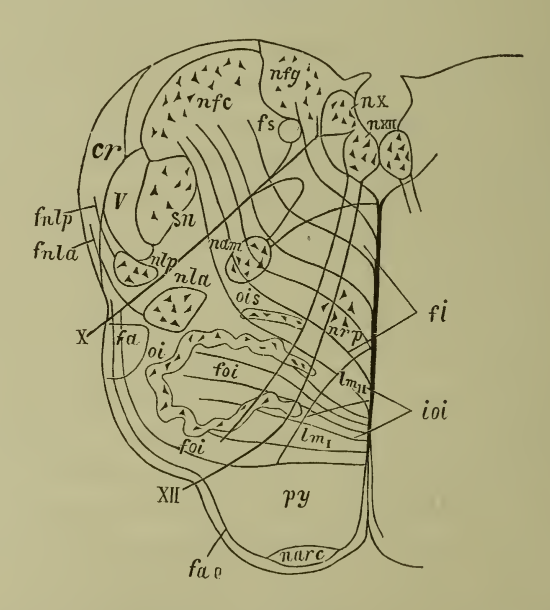
Was die Sehhügel anlangt, so komme ich auf Grund von Tierversuchen und der Beobachtung einiger pathologischer Fälle zu dem Schluss, dass diesen Kernen im wesentlichen motorische Funktionen zukommen; und zwar beherrschen sie hauptsächlich die unwillkürliche Bewegung, sowohl der inneren Organe, wie Herz, Magen, Darmkanal, Harnblase u. s. w., als auch des äusseren Bewegungsapparates, d. h. der Muskeln, sowie endlich jene unwillkürlichen Bewegungen, die als Ausdruck unserer Empfindungen und Affekte (durch Vermittelung sog. Affektbewegungen oder Psychoreflexe) auftreten. Ausserdem repräsentieren die Thalami offenbar Centren, durch deren Vermittelung die äussere Haut, insbesondere den Tastsinn treffende und höchstwahrscheinlich auch von anderen specifischen Sinnes-

organen ausgehende Reize komplizierte und vielgestaltige Reflexbewegungen in den verschiedensten Körperteilen auslösen.

Wir gehen nunmehr zur Betrachtung der Faserung des Hirnstammes über; vor allem muss hier die Endigung der Gehirnnervenwurzeln im Stammteil Berücksichtigung finden.

Von den Kopfnerven treten die Wurzeln sämtlicher Paare, mit Ausnahme des ersten und des Rückenmarksteils des elften, in den Hirnstamm hinein. Es soll hier nicht unsere Aufgabe sein, den allbekannten intracerebralen Verlauf der Kopfnervenwurzeln genau zu schildern; nur die Endigung der letzteren in ihren Kernen kann, angesichts der hierüber unter den Autoren herrschenden Meinungsverschiedenheiten, wenn auch in aller Kürze, so doch nicht ganz unerwähnt bleiben.

Schema 5.



Schema der Wurzeln des Vagus und Hypoglossus, und der Olivenzwischenschicht.

X — Wurzeln des n. vagus; *XII* — Wurzeln des n. hypoglossus; *nX* — Vaguskern; *nXII* — Hypoglossuskern; *fs* — funiculus solitarius; *nam* — nucleus

ambiguus; *nla* — vorderer Seitenstrangkern; *nlp* — hinterer Seitenstrangkern; *fnla, fnlp* — Fasern, welche aus den Seitenstrangkernen zum corpus restiforme verlaufen; *V* — aufsteigende Wurzel des Trigeminus; *sn* — substantia gelatinosa; *cr* — corpus restiforme; *nfc* — nucleus funiculi cuneiformis; *nfg* — Rest des nucleus funiculi gracilis; *oi* — untere Oliven; *ois* — Nebenolive; *nrp* — Vorderstrangkern (respiratorischer Kern Misslawskys); *py* — Pyramide; *ioi* — Olivenzwischenschicht; — lm_I — Fasern der Olivenzwischenschicht, welche vom nucleus funiculi cuneati der entgegengesetzten Seite ausgehen und höher oben die laterale Partie der Hauptschleife bilden; lm_{II} — Fasern der Olivenzwischenschicht, welche vom nucleus funiculi gracilis der anderen Seite ausgehen und höher oben die mediale Partie der Hauptschleife bilden; *narc* — nucleus arciformis; *fae* — fibrae arcuatae externae aus den Fasern der oberen Kreuzung sich herleitend, welche den Kernen der zarten Stränge angehören; *fi* — fibrae arcuatae internae; *fa* — Lage des aberrierenden oder lateralen Bündels des verlängerten Markes, welches aus dem hinteren Abschnitt des Seitenstranggrundbündels hervorgeht; *foi* — von der unteren Olive zum Corpus restiforme verlaufende Fasern.

Der Nervus hypoglossus entspringt mit seinem Hauptteil aus einem Kern, welcher, aus beträchtlich grossen Zellen bestehend, mit seinem unteren Abschnitt ventral vom Centralkanal, mit seinem oberen ventral von der medianen Längsfurche zu beiden Seiten der Raphe gelegen ist (Schema 5, XII). Die von einigen Autoren angenommene mediane Kreuzung eines kleinen Teiles der Wurzeln dieses Nerven, welche einen Zusammenhang jedes der beiden Nerven mit den beiderseitigen Kernen vermittelt, kann nach den neueren Untersuchungen von Mingazzini[1]) nicht aufrecht erhalten werden.

Neben dem Kopfteil des mächtigen grosszelligen Hypoglossuskerns findet sich an der Austrittsstelle der Wurzeln des Hypoglossus noch ein weniger umfangreicher, kleine Zellen enthaltender Kern, in welchem gleichfalls ein Teil der Fasern dieses Nerven endet.

---

[1]) Die Versuche dieses Autors (Ann. d. freniatria II. 4, 1890) und Schäffers (Inaug.-Dissert. Erlangen 1889) ergaben, dass nach Exstirpation oder Durchschneidung des n. hypoglossus bei jungen Tieren Atrophie des gleichseitigen Kerns eintritt; dabei bleiben die Fasern der Formatio reticularis und die Olive unverändert. Auch die ventralwärts vom Hypoglossuskern verlaufenden Bogenfasern fanden sich unversehrt, was offenbar dafür zeugt, dass die erwähnten Fasern nicht zu den Wurzelfasern des Hypoglossus gehören.

Wir wollen hier noch, entgegen der Behauptung Lauras bemerken, dass der nucleus ambiguus in keinerlei Beziehungen zu den Wurzeln des Hypoglossus steht; ebensowenig hängt der Hypoglossus mit der unteren Olive zusammen.

Der Nervus vagus, welcher in den Seitenteil der Oblongata sich einsenkt, endet mit einem Teil seiner Fasern in jenem kleinzelligen Kern, welcher dorsolateralwärts vom oberen Teil des Hypoglossuskerns gelegen ist (Schema 5, *nX*). Der übrige Teil seiner Fasern tritt mit dem beiderseitigen nucleus ambiguus (Schema 5, *nam*) in Verbindung. Um den nucleus ambiguus der gleichen Seite zu erreichen, wenden sich die Wurzelfasern in ihrem Verlauf steil ventralwärts; jene Fasern, welche den anderseitigen nucleus ambiguus aufsuchen, überschreiten die Raphe unter dem Boden des IV. Ventrikels.[1]) Ein Teil der Vagusfasern senkt sich ausserdem in das sg. solitäre Bündel des verlängerten Markes (fasciculus solitarius, Schema 5 *fs*) ein und verläuft mit letzterem abwärts. Darauf verlassen die Fasern das solitäre Bündel, gehen in die Bogenfasern der formatio reticularis über und verlaufen dann zum Gebiet der Raphe, in welcher sie sich, wenigstens zum Teil, kreuzen.

Da diese Bogenfasern die Raphe im Niveau des Vorderstrangkerns (nucleus respiratorius von N. A. Misslawsky) überschreiten, so darf man annehmen, dass sie auch in diesen Kern eintreten. Nichts zu thun dagegen haben sie mit jenen Fasern, welche aus dem dorsalen kleinzelligen Vaguskern austreten, den Hypoglossuskern ventralwärts umgehen und dann in der Raphe bis zur Olivenzwischenschicht (s. unten) abwärts verlaufen.[2])

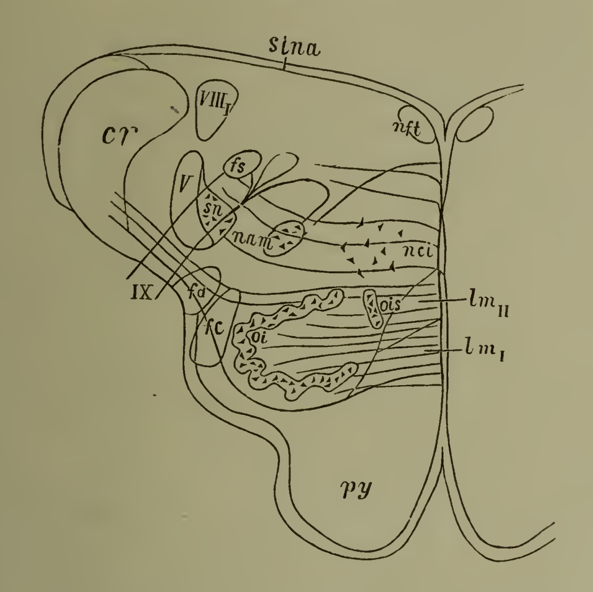
---

[1]) Mayser und in neuerer Zeit auch Koch (Nord. Med. Ark. XXII, 1889) stellen den Zusammenhang des n. vagus mit dem nucl. ambiguus in Abrede, meiner Ansicht nach ganz mit Unrecht. Die Untersuchung des fötalen Hirns lässt uns die Existenz dieses Zusammenhangs mit Sicherheit erkennen. Zudem hat Gudden nach Exstirpation des Vagus bei neugeborenen Tieren Atrophie des gleichseitigen nucl. ambiguus beobachtet. (Forel, Über die Verhältnisse der experim. Atrophie etc. Zürich 1891. Separatabdr. pag. 11.)

[2]) Dees (Archiv f. Psychiatrie XX, 1888) sah nach Durchschneidung des Vagus bei neugeborenen Kaninchen vollständige Atrophie der Zellen des dorsalen

Der Nervus glossopharyngeus ähnelt in seinen Ursprungsverhältnissen ausserordentlich dem Vagus. Man nimmt an, dass er,

Schema 6.



Schema der Wurzeln des IX. Paares. *cr* — corpus restiforme; — VIII_I — aufsteigende Wurzel des Acusticus; *nft* — nucleus funiculi teretis; *IX* — Wurzeln des Glossopharyngeus; *V* — aufsteigende Wurzel des Trigeminus; *sn* — Substantia gelatinosa; *fs* — funiculus solitarius; *fa* — Lage des aberrierenden oder lateralen Bündels der Oblongata.

---

und ventralen (nucl. ambiguus) Vaguskerns und eine beträchtliche Atrophie der Fasern des fasciculus solitarius auftreten. Da in diesem Versuche alle sensiblen Fasern des Vagus, ramus auricularis, ram. laryngeus und Glossopharyngeus unversehrt blieben, so müssen alle diejenigen Fasern, welche aus dem dorsalen Vaguskern austreten, nicht sensibler Natur sein (Dees). Es ist noch zu erwähnen, dass bei diesem Versuche gleichzeitig mit dem Vagus auch der n. laryngeus inferior durchschnitten war, welcher die Kehlkopfmuskeln versorgt; die Kerne des n. accessorius fanden sich aber normal. Daraus schliesst Autor, dass die Kehlkopfmuskeln aus dem ventralen (oder vorderen) Vaguskern (nucl. ambiguus) innerviert werden. — Forel beobachtete nach Vagusdurchschneidung bei Tieren Atrophie des am vorderen Ende des nucl. hypoglossi gelegenen Kerns. Letzteren ist Forel als einen motorischen Vaguskern anzusprechen geneigt. Übrigens äussert dieser Autor ganz mit Unrecht Zweifel an den Beziehungen des nucl. ambiguus zum n. vagus.

ähnlich dem letzteren, zum Teil aus einem kleinzelligen, dorsal oder dorsolateral vom Hypoglossuskern gelegenen Kern entspringt, zum Teil aber aus dem fasciculus solitarius hervorgeht. Nach der Ansicht einiger Autoren repräsentieren die obersten, aus dem kleinzelligen Kern stammenden Fasern eine portio intermedia, welche sich in die chorda tympani fortsetzt und mit dieser in den nervus lingualis eintritt. Die Frage über den Zusammenhang der Glossopharyngeusfasern mit dem erwähnten kleinzelligen Kern bei Seite lassend, finde ich unterdessen an meinen Präparaten unter dem Boden der Rautengrube lateral vom vorigen einen besonderen, kleinen, aber scharf abgegrenzten kleinzelligen Kern, welcher zweifellos in Zusammenhang mit dem Glossopharyngeus steht.[1])

Kaum zu bezweifeln ist auch der Zusammhang des Glossopharyngeus mit dem nucleus ambiguus, wenn derselbe auch nicht von allen Autoren für bewiesen erachtet wird.

Unstreitig ist endlich der Eintritt eines Teiles der Glossopharyngeusfasern, analog den Vagusfasern, in das solitäre Bündel, dessen Hauptbestandteil sie darstellen. Mit diesem Bündel erreichen die Fasern des Glossopharyngeus des oberen Teils die Ebene der Pyramidenkreuzung und verschwinden darauf in der Nähe der Basis des Hinterhorns.

Man hält die graue, das solitäre Bündel begleitende Substanz gewöhnlich für den sensiblen Kern des Glossopharyngeus. Diese graue Substanz ist eigentlich nichts anderes, als ein abgesprengtes Stück der Substantia gelatinosa centralis; sie verhält sich zum Glossopharyngeus offenbar ebenso, wie die Substantia gelatinosa des Hinterhorns und der aufsteigenden Trigeminuswurzel zu den cerebrospinalen Wurzeln resp. zum Trigeminus.[2])

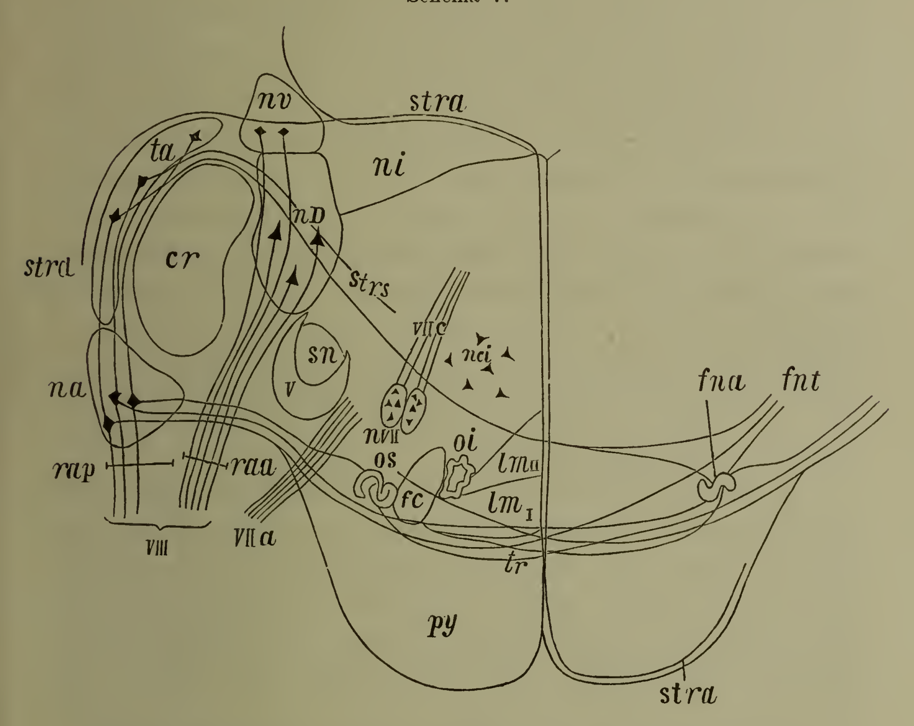
---

[1]) Dies scheint derselbe Kern zu sein, den unter anderem Mayser nach Exstirpation des Vagus und Glossopharyngeus beim neugeborenen Schwein atrophieren sah. (*x* Fig. 6 der Abhandlung Forels: „Ueber das Verhältnis der exper. Atrophie.“ München 1891. Sep.-Abdr.)

[2]) Entgegen der Meinung der Mehrzahl der Autoren behauptet in neuerer Zeit Bettiger, dass das solitäre Bündel hirnwärts höher aufsteigt, als die Wurzeln

Der Nervus acusticus setzt sich aus zwei Hauptteilen zusammen, dem ramus cochlearis und dem ramus vestibularis. Beide Äste verlaufen vor ihrem Eintritt in das Gehirn als gemeinsamer Strang; innerhalb des Gehirns jedoch gehen sie wieder auseinander und bilden zwei Wurzeln: eine laterale oder hintere, welche das Corpus restiforme von aussen umzieht und, wie ich zuerst nachwies,

Schema 7.



Schema der Faserung des nervus acusticus und des corpus trapezoides.

VIII — Wurzeln des nervus acusticus; *rap* — hintere Wurzel des Akustikus; *raa* — vordere Wurzel des Akustikus; *na* — vorderer Kern des Akustikus; *ta* — tuberculum acusticum; *stra* — striae medullares s. acusticae; *strs* — Mona-

---

des Glossopharyngeus. Das solitäre Bündel gesellt sich nach Bettiger zur aufsteigenden Akustikuswurzel und sendet ausserdem zahlreiche Fasern zur Trigeminuswurzel. (Bettiger, Inaugural-Dissertation 1889, und Archiv f. Psych. XXII, 1889.)

kowsche Striae; *cr* — corpus restiforme; *nv* — nucleus vestibularis s. angularis; *ni* — innerer (medialer) oder Hauptkern des Akustikus; *nD* — Deitersscher Kern; *VIIa* — aufsteigende Wurzel des Facialis; *VIIc* — absteigende Wurzel des Facialis; *nVII* — Facialiskern; *oi* — oberes Ende der untern Olive; *fc* — centrale Haubenbahn; *os* — obere Olive; *tr* — corpus trapezoides; *py* — Pyramide; *nci* — nucleus centralis inferior; *fna* — Fasern, welche von der oberen Olive zum Abducenskern verlaufen; *fnt* — Fasern der lateralen oder unteren Schleife; *V* — aufsteigende Wurzel des Trigeminus; *sn* — Substantia gelatinosa.

dem ramus cochlearis nervi acustici entspricht; und eine mediale oder vordere, welche medial vom Corpus restiforme in das Gehirn sich einsenkt und dem ramus vestibularis nervi acustici entspricht.

Ein beträchtlicher Teil der lateralen Wurzel, welche durch einen reichlichen Gehalt an zelligen Elementen ausgezeichnet ist, endet in dem s.g. vorderen oder lateralen oder accessorischen Kern des Akustikus (nucleus anterior von Meynert) und im tuberculum acusticum. Nach Onufrowitsch, welcher seine Untersuchungen am Kaninchen ausführte, erfahren die Fasern des ramus posterior nervi acustici in dem vorderen Kern, welcher ein vollständiges Analogon der Intervertebralganglien darbietet, nur eine Unterbrechung; ihre Endigung dagegen geschieht in der grauen Masse des tuberculum acusticum.

In neuerer Zeit versucht Sala den Nachweis zu führen, dass nur die äusseren resp. peripheren Zellen des vorderen Kerns Analoga der Zellen der Intervertebralganglien sind und besondere Membranen besitzen, während die Zellen des inneren Bereiches dieses Kerns den Typus centraler Zellen mit verästelten Achsencylindern repräsentieren. Nach Obersteiner und Anderen senkt sich ein Teil der Fasern des Ramus posterior, das corpus restiforme von aussen umgehend, in den Bereich des sog. inneren (medialen) oder Hauptkerns ein; letzterer liegt im dorsalen Gebiet der Oblongata medianwärts vom Corpus restiforme und besteht aus kleinen Zellen. Jedoch ist dieser Zusammenhang bis jetzt nicht mit Sicherheit bewiesen worden.

Die mediale oder vordere Wurzel des Akustikus hängt ebenfalls mit zwei Kernen zusammen: mit dem sog. lateralen oder Deitersschen

Kern, welcher aus grossen Zellen besteht, und dem von mir beschriebenen, zunächst dem äusseren Winkel der Rautengrube (s. oben) liegenden, aus kleineren Zellen bestehenden Kern (nucleus vestibularis).

Nach dem Eintritt in den Deitersschen Kern wenden sich die Akustikusfasern zum Teil abwärts; in dieser Richtung durchlaufen sie innerhalb des Kerns eine gewisse Strecke und verschwinden dann allmählich in dem letzteren. Sie repräsentieren die sog. aufsteigende Wurzel des Akustikus[1]). In den Kern des n. vestibularis tritt der eigentliche Kopfteil der vorderen Wurzel ein. Auf Schnitten des Übergangsgebietes zwischen Oblongata und Pons Varolii kann man nachweisen, dass ein Teil der Fasern der vorderen Wurzel sich dorsalwärts wendet und bald zwischen den Zellen des erwähnten Kerns verschwindet[2]).

Beide, sowohl der Deiterssche Kern, wie auch der nucleus vestibularis, stehen, wie unten gezeigt werden soll, in Zusammenhang

---

[1]) Einige neuere Autoren leugnen den Zusammenhang der vorderen Wurzel des Akustikus mit dem Deitersschen Kern. Sie stützen sich darauf, dass nach künstlich bei Tieren erzeugter Atrophie des Akustikus der erwähnte Kern nicht atrophiert. Wie wir bereits anführten, wird die Atrophie-Methode in letzterer Zeit häufig insofern missbraucht, als die durch diese Methode erhaltenen negativen Ergebnisse in ihrer Bedeutung viel zu sehr überschätzt werden. Wenn wir überlegen, dass der Deiterssche Kern ein umfangreiches Gebilde repräsentiert, welches ausser dem Akustikus noch mit dem Rückenmark, ferner mit dem Kleinhirn zusammenhängt und endlich auch centralwärts Fasern entsendet, so begreifen wir, warum dieser Kern keine deutlich ausgeprägte Atrophie nach Degeneration und Atrophie des Akustikus aufzuweisen braucht, trotzdem, dass ein Zusammenhang mit dem letzteren sicher besteht. Der Nachweis dieses Zusammenhangs kann übrigens durch die Untersuchung des fötalen Hirns mit Leichtigkeit erbracht werden.

[2]) Sala bestreitet neuerdings auf Grund seiner nach der Methode von Golgi ausgeführten Untersuchung den Zusammenhang des Deitersschen Kerns und des von mir beschriebenen nucleus vestibularis mit dem ramus vestibularis acustici. (Sull' origini del nervo acustico. Separ.-Abdr. aus Monitoro Zoologico Italiano 1891.) Welche Vorzüge der Golgischen Methode bei der Entscheidung der Frage über die Endigung des Akustikus im Gehirn zukommen, will ich hier nicht erörtern; allein ich sehe nicht ein, warum man in diesem Falle anderen Methoden gegenüber sich skeptisch verhalten sollte, z. B. gegenüber der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungsmethode, welche den erwähnten Zusammenhang in ganz sinnfälliger Weise klarlegt.

mit den centralen Kernen des Kleinhirns. Dies steht in vollster Harmonie mit der Abstammung der medialen oder vorderen Wurzel vom ramus vestibularis des Akustikus.

Hier muss noch bemerkt werden, dass vor nicht allzu langer Zeit auch die sog. striae medullares s. acusticae zu den Wurzelfasern des Akustikus gezählt wurden. Das sind ziemlich dicke, wenn auch inkonstante Faserbündel, welche im menschlichen Gehirn vom corpus restiforme quer durch die Rautengrube bis zu der der Raphe entsprechenden Medianfurche hinziehen, in welche sie sich dann einsenken. In der Tiefe machen diese Bündel hier eine Kreuzung durch und umziehen dann die anderseitige Pyramide; im weiteren Verlauf erleiden sie im Pyramidenkern (nucleus arciformis) eine Unterbrechung und gehen endlich in die anderseitigen fibrae arcuatae anteriores über.

Meine Untersuchungen, und späterhin auch diejenigen anderer Autoren, ergaben jedoch, dass diese, zu einer relativ späten Zeit angelegten Streifen thatsächlich keine direkte Fortsetzungen der Akustikuswurzeln vorstellen; es sind vielmehr ganz eigene Bündel, welche offenbar in nächster Beziehung zum Kleinhirn (und vielleicht auch zum tuberculum acusticum) stehen[1].

Die Ursprungsverhältnisse der Wurzel des Nervus facialis sind gegenwärtig so sicher feststehende, dass wir uns mit denselben

[1]) Onufrowitsch (Arch. f. Psych. Bd. XVI, 3) und Baginsky (Sitzb. d. k. preuss. Akad. d. Wissensch., 25. Febr. 1886) sahen nach Zerstörung des inneren Ohres beim Kaninchen im Laufe der Zeit eine Atrophie der hinteren Wurzel des Akustikus und der in letzterer eingelagerten zelligen Elemente sich ausbilden; die vordere Wurzel hingegen erwies sich kaum merklich verkleinert oder fast ganz unversehrt. Gleichzeitig fand sich eine beträchtliche Atrophie des vorderen Kerns und des tuberculum acusticum. Ausserdem hat der erwähnte Eingriff (nach Baginsky) einen mässigen Schwund von Fasern im corpus trapezoides und in der entsprechenden oberen Olive zur Folge; darauf atrophiert die anderseitige untere Schleife, das Brachium des hinteren Vierhügels, der Kern des letzteren und das corpus geniculatum internum. Fast den gleichen Befund konnte dieser Autor nach Zerstörung der Schnecke bei der neugeborenen Katze erheben.

Nach Durchschneidung der unteren Schleife medullarwärts vom hinteren Vierhügel bei der Katze konnte Monakow (Corr. Bl. f. Schweiz. Ärzte. XVII. 5.

ausführlich nicht zu beschäftigen brauchen. Nach der allgemeinen Ansicht begiebt sich die Wurzel dieses Nerven, nachdem sie in der dorsalen Brückenregion eine knieförmige Biegung über dem Kern des Abducens ausgeführt, zu einem aus grossen Zellen bestehenden Kern, welcher im ventralen Bereich der Formatio reticularis nach innen von der aufsteigenden Trigeminuswurzel und dorsalwärts vom Corpus trapezoides gelegen ist.

Ein Teil der Fasern begiebt sich von der Umbiegungsstelle, dem sog. Knie, medianwärts, überschreitet die Medianlinie und erreicht den Kern der anderen Seite. Der von einigen Autoren angenommene Zusammenhang der Facialiswurzel mit dem Kern des Abducens wird gegenwärtig von den meisten Anatomen in Abrede gestellt.

Über die Wurzeln des Nervus abducens sei hier nur bemerkt, dass sie auf der entsprechenden Seite in einen Kern eintreten, welcher im dorsalen Teil der Brückenhaube unterhalb des Knies der Facialiswurzel gelegen ist (s. Schema 8). Einige Autoren, z. B. Obersteiner, nehmen zwar an, dass ein Teil der Fasern der Abducenswurzel an diesem Kern vorbei zur Medianlinie und darauf

---

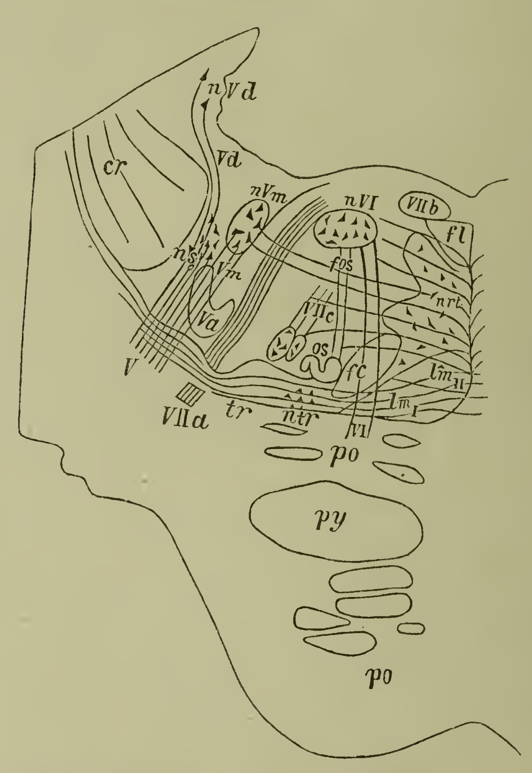
1888) Atrophie der Striae acusticae und darauf auch des tuberc. acusticum nachweisen. Jedoch muss bemerkt werden, dass dieser Autor unter der Bezeichnung Striae acusticae jene Faserbündel zusammenfasst, welche um das corpus restiforme in ventro-medialer Richtung zum Gebiet der anderseitigen oberen Olive verlaufen; diese Faserbündel haben also nichts zu thun mit den striae medullares s. acusticae des Menschen, welche, wie ich zuerst nachgewiesen habe, keine direkte Fortsetzung des Akustikus darstellen, sondern höchstwahrscheinlich den Zusammenhang einzelner Teile des Kleinhirns vermitteln.

Baginsky gelang es auch beim Kaninchen isolierte Läsionen des Labyrinths herbeizuführen. In diesem Falle atrophierte neben der vorderen Wurzel auch jene graue Substanz, welche dem von mir beschriebenen nucleus vestibularis entspricht; ausserdem bestand deutliche Atrophie des inneren Bereiches des hinteren Kleinhirnschenkels. Interessant ist auch der Umstand, dass nach den Untersuchungen von Ziehen und Kükenthal (Edingers Bericht pro 1889) bei den Walarten ein grosser Teil des Akustikus aufwärts ununterbrochen bis zum corpus geniculatum internum verläuft, und mit dem hier stark entwickelten hintern Vierhügel in Zusammenhang steht; aus der vorderen Akustikuswurzel können bei diesen Tieren Fasern bis zum Kleinhirn verfolgt werden.

zum anderseitigen Kern verläuft; allein von der Existenz solcher Fasern wird man sich schwerlich überzeugen können. Sicher ist nur, dass aus dem Abducenskern Faserzüge medianwärts, zum Bereich des hinteren Längsbündels, abgehen, wo sie nach den Untersuchungen von Duval und Laborde zu den Kernen des anderseitigen Oculomotorius aufsteigen. Übrigens haben diese Hinweise



Schema 8.



Schema der Wurzelfasern des V., VI. und VII. Paares. *Cr* — corpus restiforme; *nVd* — Zellgruppe für den Ursprung der absteigenden Wurzel des Trigeminus; *Vd* — absteigende Wurzel des Trigeminus; *ns* — sensibler Kern des Trigeminus; *nVm* — motorischer Kern des Trigeminus; *V* — gemeinsamer Stamm des Trigeminus; *Vm* — motorische oder vordere Wurzel des Trigeminus; *Va* — aufsteigende Wurzel des Trigeminus; *nVI* — Kern des Abducens; *VI* — Wurzel des Abducens; *VIIa* — aufsteigender Schenkel der Facialiswurzel; *VIIc* — absteigender Schenkel der Facialiswurzel; *VIIb* — Knie des Facialis; *tr* — corpus

trapezoides; *ntr* — nucleus corporis trapezoidei; *os* — obere Olive; *fos* — Fasern, welche die obere Olive mit dem Abducenskern verbinden; *fl* — hinteres Längsbündel; *nrt* — nucleus reticularis; lm_{I}, lm_{II} — Schleifenschicht; *fc* — centrale Haubenbahn; *po* — Brücke; *py* — Pyramidenbündel, innerhalb der Brücke verlaufend.

bezüglich des Zusammenhangs des Abducenskerns mit den Kernen des anderseitigen Oculomotorius noch nicht die erforderliche Bestätigung gefunden.

Der Nervus trigeminus besitzt bekanntlich zwei Wurzeln, eine starke sensible und eine schwächere motorische Wurzel. Beide haben verschiedene Endigungen im Gehirn (s. Schema 8). Die erstere endet nach ihrem Eintritt in den mittleren Bezirk der Varolsbrücke teils in dem sog. sensiblen Trigeminuskern, welcher kleine zellige Elemente enthält. Zum anderen Teil wendet sie sich, von gelatinöser Substanz begleitet, abwärts und erreicht die Ebene der Pyramidenkreuzung, ja sie gelangt sogar bis hinab in den oberen Teil des Halsmarks. Das ist die sog. aufsteigende Wurzel des Trigeminus. Die Fasern derselben wenden sich bereits in den unteren Teile der Oblongata, insbesondere aber in der Höhe und unterhalb der Pyramidenkreuzung, durch die gelatinöse Substanz hindurch medianwärts; hier enden sie, analog der lateralen Partie der hinteren Wurzeln, zum Teil in einer Gruppe von Zellen, welche unmittelbar medial von der gelatinösen Substanz sich findet, andernteils in jenen Zellen, welche in der Substantia gelatinosa selbst eingelagert sind[1]).

In der Ebene des vorderen Winkels der Rautengrube und des hinteren Vierhügels, nach aussen von der centralen grauen Substanz, finden sich bläschenförmige Zellen, aus welchen die sog. absteigende Wurzel des Trigeminus entspringt. Die Fasern der letz-

[1]) Bei Tieren (Hund, Katze u. a.) senkt sich die aufsteigende Trigeminuswurzel weit in den Halsteil des Rückenmarks hinab, ja sie wird nicht selten noch unterhalb der Wurzeln des V. Cervikalnerven angetroffen (Gudden jun.).

teren gesellen sich später zu der gemeinschaftlichen Trigeminuswurzel und treten mit ihr zusammen aus[1]).

Zu der absteigenden Trigeminuswurzel stehen offenbar auch die Zellen der Substantia ferruginea in Beziehung. Dafür spricht wenigstens die pathologisch-anatomische Untersuchung eines Falles von Atrophia facialis progressiva, welche neben Degeneration der Trigeminusfasern gleichzeitig Atrophie der Zellen der Substantia ferruginea ergab (Mendel).

Was die schwächere oder motorische Trigeminuswurzel anlangt, so verläuft dieselbe nach innen und vorn von der sensiblen. Sie endet zum Teil auf derselben Seite in dem scharf begrenzten, grosse Zellen enthaltenden motorischen Trigeminuskern; zum Teil aber überschreiten ihre Fasern unter dem Boden des vierten Ventrikels die Medianlinie, um sich in den entsprechenden Kern der anderen Seite einzusenken.

Der eigenartige Verlauf der intracerebralen Partie des Nervus trochlearis findet ausreichende Berücksichtigung in den Handbüchern der deskriptiven Anatomie; wir verzichten daher auf eine Schilderung desselben. Jedoch ist hier des Umstandes zu gedenken, dass die Trochlearisfasern, entgegen der unlängst von Mauthner ausgesprochenen Ansicht, innerhalb des Velum medullare anterius sich kreuzen, und zwar total, nicht partiell, wie von einigen Autoren (z. B. Obersteiner) behauptet wird. Wenigstens sind durch die Untersuchung des fötalen Hirns, in welchem die Fasern aller peripheren Nerven überhaupt, und auch die des Trochlearis auffallend deutlich von den umgebenden marklosen Gebieten sich abheben, nach der Methode von Weigert und Pahl ungekreuzte Fasern nicht nachweisbar.

---

[1]) Nach der Ansicht der Einen gesellt sich die absteigende Wurzel des Trigeminus zu der starken oder sensiblen, nach anderen zu der kleineren oder motorischen Wurzel. Diese Frage kann meiner Meinung nach nur mit Hilfe der Atrophie-Methode, durch successive Durchschneidung sensibler und motorischer Äste des Trigeminus, entschieden werden.

Die Fasern des Trochlearis enden bekanntlich in einem Kern, welcher in der Höhe des vorderen Teils des hinteren Vierhügels dorsalwärts vom hinteren Längsbündel liegt. Derselbe enthält recht grosse Nervenzellen.

Mit dem Trochlearis steht nach Westphal auch eine rundliche Gruppe kleiner Zellen im Zusammenhang, welche dem kaudalen Teil des eben erwähnten Kerns unmittelbar benachbart ist.

Der Nervus oculomotorius entsteht in der Ebene des vorderen Vierhügels aus mehreren, mindestens aber aus drei Kernen. Von diesen liegt der hintere oder untere (Hauptkern der Autoren) dorsalwärts vom hinteren Längsbündel. Der innere oder mediale Kern findet sich etwas höher als der vorige in der Nähe der Medianlinie und nach innen vom hinteren Längsbündel, dicht neben dem gleichen Kern der anderen Seite. Der obere Oculomotoriuskern endlich liegt noch höher, an der Eröffnungsstelle der Sylvischen Wasserleitung in den III. Ventrikel, dorsolateralwärts vom hinteren Längsbündel.[1]) Dies ist derjenige Kern, in welchen, wie wir später sehen werden, die ventrale Abteilung der hinteren Hirnkommissur eintritt; in ihm enden auch die Fasern des hinteren Längsbündels.

Von Edinger und Westphal sind unlängst noch zwei kleinere Zellanhäufungen beschrieben worden, welche dem inneren Kern des Okulomotorius benachbart liegen. Die näheren Beziehungen dieser Zellgruppen zum Oculomotorius sind aber noch nicht ganz genau bekannt.

Ein grosser Teil der Oculomotoriusfasern entspringt aus den Kernen der gleichen Seite, bleibt also ungekreuzt. Ein Teil der Oculomotoriusfasern kreuzt sich jedoch zweifellos in der Medianlinie und tritt auf die andere Seite hinüber. Für Tiere (Kaninchen) war letztere Thatsache zuerst von Gudden durch Untersuchung der

---

[1]) In letzterer Zeit wird von einigen Autoren die Zugehörigkeit dieses Kerns zum Oculomotorius bezweifelt.

Degenerationen festgestellt worden; aber auch beim Menschen kann man nicht selten die Kreuzung eines Teiles der Oculomotoriusfasern beobachten.

Die für die Iris (und wahrscheinlich auch die für den Ciliarmuskel) bestimmten Fasern des Oculomotorius liegen nach den Angaben von Kahler und Pick mehr nach vorn, stammen also aus dem oberen Oculomotoriuskern. Die hinteren Wurzelfasern dagegen sind für die äusseren Augenmuskeln bestimmt; sie zerfallen in eine laterale Gruppe, für den Levator palpebrae, obliquus superior und obliquus inferior, und eine innere oder mediale Gruppe für den rectus internus und rectus inferior. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Innervation der ersteren Muskelgruppe vom unteren oder Hauptkern, die der letzteren vom inneren oder medialen Kern besorgt wird.[1])

Die Fasern der Nervi optici, welche zusammen mit der Retina einer cirkumskripten Ausstülpung der primären Vorderhirnblase ihre Entstehung verdanken, bilden bekanntlich an der Basis des Gehirns eine Kreuzung (Chiasma). Diese Kreuzung ist beim Menschen und bei den höheren Säugern (Affe, Hund, Katze u. s. w.) eine partielle.

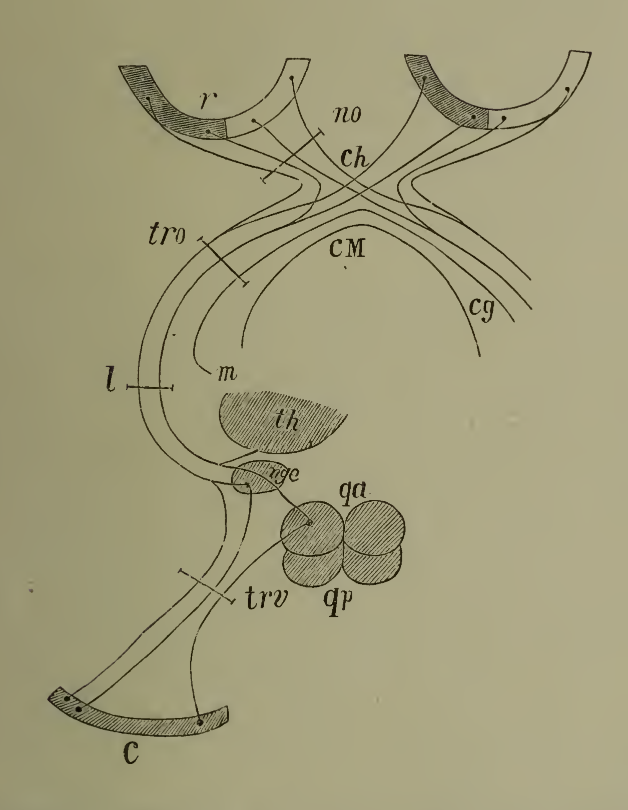
Es kann gegenwärtig für feststehend gelten, dass im Chiasma nervorum opticorum enthalten sind: 1) Fasern aus den lateralen Hälften der Retinae. Diese verlaufen im lateralen Teil des Chiasma und gehen in den Tractus opticus derselben Seite über. 2) Fasern aus den medialen Hälften der Retinae. Dieselben kreuzen sich im Chiasma und verlaufen im Traktus der entgegengesetzten Seite.

---

[1]) Nach Exstirpation der Lider und des musc. frontalis, welche Mendel neuerdings an jungen Tieren ausführte, trat konsekutive Atrophie des Oculomotoriuskerns auf der entsprechenden Seite ein. Daraus erhellt, dass die Innervation des lev. palpebrae sup. durch ungekreuzte Oculomotoriusfasern vermittelt wird. Auf Grund seines Versuches nahm Mendel weiter an, dass die Fasern des oberen Astes des Facialis ebenfalls aus dem erwähnten Kern stammen, dann im hinteren Längsbündel weiter verlaufen und endlich das Knie des Facialis erreichen. Diese Ansicht stimmt jedoch mit den klinischen Beobachtungen nicht leicht überein.

Endlich 3) Fasern, welche im hinteren Winkel des Chiasma von einem Traktus zum anderen verlaufen. Sie bilden die untere Kommissur Guddens (Schema 9).

Schema 9.



Schematische Darstellung der Fasern des Optikus und seiner Endigung im Gehirn. *r* — Retina; *no* — nervus opticus; *Ch* — chiasma; *tro* — tractus opticus; *cG* — Guddensche Kommissur; *l* — laterale Wurzel des tractus opticus; *m* — mediale Wurzel des tractus opticus; *th* — Thalamus opticus; *nge* — corpus geniculatum laterale; *qa* — vorderer Vierhügel; *qp* — hinterer Vierhügel; *tro* — Gratioletsches Sehbündel; *c* — Rinde des Occipitallappens.

Die Existenz von Kommissurenfasern im vorderen Winkel des Chiasma, welche von der einen Retina zur anderen verlaufen, wird zwar von einigen Autoren behauptet, konnte aber bis jetzt nicht

mit Sicherheit bewiesen werden; von der Mehrzahl der Autoren wird sie strikt in Abrede gesellt.

Nach seinem Austritt aus dem Chiasma liegt jeder Traktus eine Strecke weit der grauen Substanz der Hirnbasis an; darauf biegt er um den Grosshirnschenkel und wendet sich zum Gebiet der Corpora geniculata. Hier spaltet sich der Traktus in zwei schon makroskopisch erkennbare Wurzeln: eine laterale oder äussere Wurzel, die eigentliche Fortsetzung der Sehnervenfasern, und eine mediale Wurzel, welche hauptsächlich von den Fasern der Guddenschen Kommissur gebildet wird. Die erstere geht zum lateralen, die letztere zum medialen Kniehöcker.

Bei genauerer Prüfung zeigt sich jedoch, dass die laterale Wurzel nur zum Teil im lateralen Kniehöcker endet; ein anderer Teil ihrer Fasern geht weiter, und gelangt einerseits zur hinteren Partie des Thalamus, (von einigen Autoren wird dieses übrigens bestritten), andererseits durch das vordere Brachium conjunctivum zum Gebiet des vorderen Vierhügels. Hier bilden ihre Fasern die sog. Markschicht des vorderen Vierhügels und enden hauptsächlich in den vorderen zwei Dritteilen der grauen Substanz des letzteren.

Ebenso endet auch die mediale Wurzel, welche wie erwähnt, im wesentlichen von den Fasern der Guddenschen Kommissur gebildet wird, nur zum Teil im corpus geniculatum mediale. Der andere Teil ihrer Fasern geht weiter; und zwar verläuft er nach der Ansicht der Einen durch das hintere Brachium conjunctivum zum Bereich des hinteren Vierhügels, nach der Ansicht anderer Autoren tritt er mit dem Linsenkern in Verbindung.

Bezüglich der Bedeutung der Guddenschen Kommissur sind also die Meinungen der Autoren durchaus noch nicht einheitlich. Am wahrscheinlichsten ist uns die Annahme, dass diese Kommissur eine gekreuzte Verknüpfung der corpora geniculata interna mit den Linsenkernen herzustellen bestimmt ist.[1])

[1]) L. O. Darkschewitsch und Pribytkow. Neurol. Centralblatt Orig.-Mitt. 14. 1891.

Neuerdings ist von L. Darkschewitsch ein Faserbündel beschrieben worden, welches von der medialen Seite des Tractus opticus vor dem lateralen Kniehöcker sich zum nucleus habenulae wendet. Von hier verläuft es durch den Thalamus opticus und den Pedunculus conarii zur Basis der Zirbel, und zieht darauf im ventralen Abschnitt der hinteren Kommissur weiter, deren Fasern wie wir bereits erwähnten, mit dem oberen Kern des Oculomotorius in Verbindung treten. Weil nach Läsion der hinteren Kommissur beim Kaninchen die Reaction der Pupille auf Licht auffallend abgeschwächt sich erweist, so folgert der erwähnte Autor, dass das geschilderte Bündel des Traktus zur Übertragung des Lichtreflexes der Pupille dient.

Noch früher war von mir der Nachweis geführt worden, dass bei Vögeln die Zerstörung des grössten Teils des Zweihügels, bei Hunden die Zerstörung der Erhebungen des vorderen Vierhügels und die Läsion des lateralen Kniehöckers kein Aufhören der Lichtreaktion der Pupille bewirkt. Dagegen haben Läsionen im Gebiete des III. Ventrikels charakteristische Veränderung der Lichtreaktion beider Pupillen zur Folge. Ich schloss aus diesen rein physiologischen Thatsachen, dass die Pupillenfasern hinter dem Chiasma ungefähr in der Ebene des corpus cinereum[1]) von den Lichtfasern des Tractus opticus sich trennen und auf mehr direktem Wege sich zu den Kernen des Oculomotorius begeben.

Die anatomischen Untersuchungen von L. Darkschewitsch stimmen also mit den wichtigsten Ergebnissen meiner physiologischen Untersuchungen überein und bestätigen meiner Ansicht nach die letzteren.[2])

---

[1]) Die hierauf bezüglichen Hinweise siehe in meiner Arbeit: „Retressiment réflexe de la pupille par la lumière". Arch. slaves de Biologie. 15. Mars 1886.

[2]) Selbstverständlich können physiologische, das Aufsuchen einer Leitungsbahn bezweckende Untersuchungen niemals so detailliert sein, wie anatomische Studien dieser Art. Die ersteren stellen nur die allgemeine Richtung einer gegebenen Leitungsbahn fest; die letzteren verfolgen die Leitungsbahn Schritt für Schritt, erforschen ihren genauen Verlauf und ihre verschiedenen Abweichungen

Zweifellos ist auch das Vorhandensein von Fasern, welche hinter dem Chiasma aus dem Tractus opticus unmittelbar zur grauen Substanz des III. Ventrikels sich begeben. (Bechterew, Flechsig, Bogrow.) Sie sind besonders am Gehirn einiger Tiere, wie des Kaninchens, leicht nachzuweisen.

Nach Bogrow bilden diese Fasern eine besondere Wurzel des n. opticus, welche in den letzteren von der Basis des Thalamus opticus her an jener Stelle sich einsenkt, wo der tractus opticus am tuber cinereum der Gehirnbasis sich dicht anschmiegt.[1])

Endlich hat Gudden mittelst der Atrophie-Methode das Vorhandensein eines besonderen Bündels, welches aus dem tractus opticus direkt (?) zur Hirnrinde zieht (direkte Rindenwurzel des Traktus nach Gudden) sowie die Existenz des sog. transversalen Hirnschenkelbündels (tractus peduncularis transversus) nachgewiesen, welches um den Hirnschenkel von aussen her umbiegt und in der Tiefe des letzteren in einem kleinen konisch gestalteten Kern endet (s. oben). Wie Gudden zuerst darthat, degeneriert das letztgenannte Bündel stets nach Enucleation des Auges. Es repräsentiert demgemäss ein Faserbündel, welches die Sehnerven oder richtiger die Netzhaut continuierlich mit der formatio reticularis verbindet.[2])

---

nach der einen oder anderen Richtung bis zu den letzten Einzelheiten. Insofern beurteilt Darkschewitsch meine Untersuchungen über die Pupillenfasern nicht richtig; statt im allgemeinen eine Übereinstimmung seiner Ergebnisse mit den meinigen zu erkennen, sieht er in den letzteren einen Widerspruch. (S. meine Erläuterungen zu der Abhandlung: L. O. Darkschewitsch „Ueber die Fortleitung des Lichtreizes von der Netzhaut auf den Oculomotorius“, im Archiv f. Psychiatr. Bd. XIII, 1889.

[1]) Edinger endeckte bei Amphibien, Reptilien und Fischen ebenfalls eine besondere Wurzel des Optikus, welche an der Hirnbasis aus einem dem corpus mammillare entsprechenden Ganglion entsteht. Dieses Ganglion steht einerseits im Zusammenhang mit dem Ganglion habenulae (s. unten), aus welchem bekanntlich der Sehnerv des Parietalauges der Reptilien hervorgeht.

[2]) In neuerer Zeit erzeugte Perlia durch Enucleation des Auges bei Vögeln (Huhn und Sperling) Atrophie eines beträchtlichen Faserbündels, welches durch das ganze Mittelhirn bis zum verlängerten Mark sich hinzieht, wo es in einem lateral vom N. trochlearis gelegenen Kern endet. (Fortschr. der Medic. VII. 2. 1889).

Die sog. Meynertsche Kommissur, welche nur eine kleine Strecke mit dem Tractus opticus verläuft, steht thatsächlich in keiner Beziehung zum Traktus und zu den Kernen des Optikus; sie setzt sich vielmehr im wesentlichen aus Fasern der Schleifenschicht zusammen, welche zum anderseitigen Linsenkern, oder richtiger zum globus pallidus des letzteren, sich begeben (s. unten).

Was die Art der Endigung der Hirnnerven in ihren Kernen anlangt, so ist in dieser Beziehung die Färbung der Präparate nach Golgi besonders wertvoll. Wir können uns mittelst dieser Untersuchungsmethode überzeugen, dass die motorischen Hirnnerven einschliesslich der absteigenden Trigeminuswurzel und der aus dem nucleus ambiguus stammenden Fasern des Glossopharyngeus und Vagus, aus den Ursprungskernen in derselben Weise entstehen wie die vorderen Wurzeln aus den motorischen Zellen der Vorderhörner des Rückenmarkes; d. h. sie gehen aus den Achsencylinderfortsätzen der Nervenzellen hervor.

Im Gegensatz hierzu enden die sensiblen Gehirnnerven, den nervus opticus nicht ausgenommen, mit feinsten Ramifikationen frei in der Umgebung der Zellen der zugehörigen sensiblen Endkerne. Wie der Anfang der hinteren Wurzeln in cerebro-spinalen Ganglien zu suchen ist, so liegt auch der thatsächliche Ursprung der sensiblen Nerven in extracerebralen Ganglien (gangl. jugulare, petrosum etc.).

Einige Gehirnnerven, wie der n. cochleae und n. vestibuli, ferner der vagus und glossopharyngeus lassen nach ihrem Eintritt in das Gehirn eine Teilung ihrer Fasern erkennen. Ausserdem können bei allen sensiblen Hirnnerven feinste Kollateralen (Kölliker) nachgewiesen werden.

Neuere Untersuchungen von Held[1]) lehren, dass die sensiblen Wurzeln des n. vagus und glossopharyngeus, ähnlich den hinteren Rückenmarkwurzeln, in absteigende und aufsteigende Zweige sich

---

[1]) Held, Arch. f. Anat. und Physiol. 1892, 1 und 2.

verästeln. Die ersteren bilden im verlängerten Mark das sog. solitäre Bündel, von welchem zahlreiche, mit ihren Endverzweigungen bis zur Ala cinerea reichende Kollateralen nach den Seiten hin abgehen.

Die vestibulare Wurzel des Akustikus zerfällt ebenfalls in aufsteigende und absteigende Zweige. Die letzteren sind nichts anderes, als die aufsteigende Akustikuswurzel; die ersteren bilden den Rest der vestibularen Wurzel, welche im Deitersschen Kern, im Kern des n. vestibularis und im hinteren Kern (?) endigen.

Endlich weist auch der Trigeminus ähnliche Teilungen seiner Fasern auf. Seine absteigenden Zweige bilden die sog. aufsteigende Wurzel, deren Kollateralen mit ihren Endverästelungen die Zellen der Substantia gelatinosa umgeben.

Bezüglich der Endigung des n. opticus im vorderen Vierhügel liegen neuere Untersuchungen von Ramón y Cajal[1]) vor; die Ergebnisse derselben sind im wesentlichen folgende:

Ein beträchtlicher Teil der Sehnervenfasern endet zweifellos vollständig frei mit reichlichen pinselförmigen Ramifikationen in den Optikuscentren des Mittelhirns. Unabhängig hiervon enthalten die Sehnerven Fasern, welche aus den Achsencylindern in diesen Centren eingelagerter Zellen entstehen. Diesen Fasern gehören offenbar die freien Endigungen in der Retina an. Andererseits finden sich zwischen den zahlreichen Endbäumchen im Mittelhirn spindelförmige Zellen eingelagert, deren Protoplasmafortsätze überall mit den Endbäumchen in Kontakt treten.

Wir ersehen daraus, dass die Optikusbahn aus vielen Stationen besteht, zwischen welchen durch den Kontakt mit den Verästelungen der Nervenendigungen Beziehungen hergestellt werden. Eine solche Wechselbeziehung besteht vor allem zwischen den äusseren Verästelungen der Zapfen und Stäbchen und den Protoplasmafortsätzen

---

[1]) Ramón y Cajal. Internat. Mon.-Schrift f. Anat. und Phys. VIII. 9 und 10. 1891.

der bipolaren retinalen Ganglienzellen; zweitens zwischen den Endbäumchen der letzteren und den Protoplasmafortsätzen der grossen retinalen Nervenzellen; drittens zwischen den bis zu den Optikuscentren verlaufenden Achsencylindern der letzteren und den in den Optikuscentren eingelagerten spindelförmigen Zellen. Ausserdem erwachsen Wechselbeziehungen durch Kontakt der Achsencylinder, welche aus dem Tectum opticum der Vögel hervorgehen, mit den Verästelungen der in verschiedenen Schichten des Mittelhirns eingelagerten Zellen. Aus den letzteren entsteht weiterhin ein neues Fasersystem, dessen Endigungen übrigens noch nicht bekannt sind. Ferner giebt es sowohl in der Netzhaut, als auch im Mittelhirn Associationsfasern. Endlich müssen im Vierhügel aus anderen centralen Gebieten stammende Fasern enden, welche in ähnliche Wechselbeziehungen zu den hier eingelagerten Zellen treten.

Wir gehen nunmehr, nachdem wir uns eine kurze Übersicht über die Wurzeln der in das Stammgebiet eintretenden Hirnnerven verschafft haben, zur Schilderung derjenigen Faserbündel des Hirnstammes über, welche die in letzterem eingelagerten grauen Formationen einmal mit dem Rückenmark, dann unter einander und endlich auch mit anderen Hirngebieten verbinden.

Den Faserverlauf jedes einzelnen Rückenmarkbündels innerhalb des Hirnstammes zu verfolgen und gleichzeitig den gegenseitigen Zusammenhang der einzelnen, hier auftretenden Nester grauer Substanz zu erforschen — ist eine Aufgabe, bei welcher wir im allgemeinen beträchtlichen, nicht selten thatsächlich ganz unüberwindlichen Schwierigkeiten begegnen. Diese Schwierigkeiten erwachsen zweifellos im wesentlichen aus der ausserordentlichen Kompliziertheit der Struktur dieses Hirnteils, dessen Fasern nicht selten in ganz eigenartiger Weise sich unter einander mengen und durchflechten.

Erst durch die Einführung specieller Untersuchungsmethoden in die Hirnanatomie sind wir in den Stand gesetzt worden, uns auf diesem schwierigen Gebiet bis zu einem gewissen Grade zu orien-

tieren. Unschätzbare Dienste leistet hier insbesondere die entwickelungsgeschichtliche Methode; ihr haben wir es zu verdanken, wenn unsere Kenntnisse über den Zusammenhang der grauen Massen des Hirnstammes und den Verlauf der Faserbündel in diesem Gebiet besonders in der letzten Zeit bedeutend an Umfang gewonnen haben.

Den gesammten sg. Stammteil des Gehirnes trennt man gewöhnlich in zwei Etagen, eine obere oder hintere: Haube (Tegmentum), und eine untere oder vordere: Fuss (Basis). Die Grenze zwischen beiden Etagen fällt unten mit der hinteren Grenze der Pyramiden zusammen; höher oben ist sie durch die Lage eines besonderen Bündels charakterisiert, welches Schleifenschicht oder schlechtweg Schleife (lemniscus) heisst; noch höher endlich durch die Substantia nigra Sömmerringii.

Die obere oder hintere Etage setzt sich aus den Fasern aller Teile des Rückenmarkes zusammen; hiervon ausgenommen sind nur die Pyramidenstränge, welche der vorderen Etage oder dem Fuss angehören.

Wir ersehen daraus, dass wir die Fortsetzung jener Fasern, welche im Rückenmark den Zusammenhang der grauen Substanz in der Längsrichtung vermittelten, in der oberen Etage, der Haube, zu suchen haben.

Wie wir früher sahen, treten die Fasern der Hinterstränge im verlängerten Mark mit den Kernen des zarten Stranges und des Keilstranges (nuclei funiculi gracilis et cuneati) in Verbindung, welche nahe dem unteren Winkel der Rautengrube sich finden. Aus diesen Kernen gehen wiederum Fasern hervor, welche in ihrem Verlaufe alsbald zur Bildung der sg. hinteren oder oberen Kreuzung zusammentreten. (Taf. Fig. II, VI, 10, 11, 13, 14.)

Die letztere wird also durch die Fortsetzung der Hinterstränge zum Gehirn gebildet, und enthält Fasern, welche den Kernen der Keilstränge, sowie Fasern, welche den Kernen der zarten Stränge angehören.

Zur Erforschung der weiteren Bahnen dieser beiden Fasersysteme ist am fruchtbringendsten das Studium des fötalen Hirns, und zwar kraft des Umstandes, dass die den Kernen der Keilstränge entstammenden Fasern ihr Nervenmark um ein Beträchtliches früher erhalten, als die aus den Kernen der zarten Stränge kommenden Fasern. Die ersteren sind bei Früchten von ca. 30 cm und sogar darunter bereits markhaltig, während die letzteren erst bei Früchten von ca. 35—38 cm markhaltig angetroffen werden.

Angesichts dessen sind zur Untersuchung der den Kernen der Keilstränge angehörenden Fasern Früchte von nicht über 30 cm das geeignetste Material; Früchte von ca. 38 cm können zum Studium derjenigen Fasern dienen, welche aus den Kernen der zarten Stränge hervorgehen.

Bei der Untersuchung des Centralnervensystems der erst genannten Föten überzeugen wir uns, dass die in den Kernen der Keilstränge beginnenden Fasern, nachdem sie die hintere oder obere Kreuzung erzeugt, teils zum unteren centralen Kern sich begeben (Taf. Fig. II, IV, 14), teils in das zwischen den unteren Oliven gelegene Gebiet, die sg. Olivenzwischenschicht, und zwar vorzugsweise in den vorderen Bereich der letzteren, eindringen (Taf. Fig. II, VI, 13). Von hier streben diese Fasern aufwärts, und bilden dann, hart hinter den Querfasern des Corpus trapezoides verlaufend, den lateralen Teil der Hauptschleife, welche einen Bestandteil der sg. Schleifenschicht bildet.

Zum Verständnis der topographischen Verhältnisse des erwähnten Faserbündels wollen wir uns folgendes vor allem merken.

Als Schleifenschicht bezeichnet man eine Schicht weisser Substanz, welche sich in Form einer breiten Lage darstellt und welche auf einer gewissen Strecke die obere Etage des Hirnstammes von der unteren scheidet. Diese Schicht ist im wesentlichen die Fortsetzung der obenerwähnten Faserzüge der Olivenzwischenschicht, welche schon in der Höhe des unteren Brückenbereiches sich in Gestalt einer Lage ausbreiten. Letztere rückt, während ihm weiterhin aus anderen Quellen

Faserzüge zufliessen, in der Ebene des Vierhügels allmählich an die laterale Seite der oberen Etage oder Haube; in der Höhe des vorderen Vierhügels hat sein Querschnitt die Form einer mit der Konkavität medianwärts gerichteten Sichel. Diese Gestalt bewahrt die Schleifenschicht bis zum oberen Bereich des vorderen Vierhügels; weiterhin aber begeben sich ihre Fasern teils zu den Hemisphären, teils werden sie durch graue an der Hirnbasis lagernde Kerne (Thalamus opticus, globus pallidus des Linsenkerns) unterbrochen. Darauf kommen wir später noch genauer zurück.

In topographischer Hinsicht müssen wir gegenwärtig die gesamte Schleifenschicht folgendermassen einteilen:

1) Die Hauptschleife. Sie bildet den wesentlichsten Bestandteil der Schleifenschicht und erstreckt sich durch den ganzen Gehirnstamm. — 2) Die laterale oder untere Schleife, welche der Hauptschleife lateralwärts anliegt und vom Niveau der oberen Oliven bis zu den Kernen des hinteren Vierhügels reicht.[1] — 3) Zerstreute Bündel. Sie treten aus der Basis des Grosshirnschenkels hervor und durchsetzen nahezu die ganze Breite der Hauptschleife, hauptsächlich aber die mediale Abteilung der letzteren von der Ebene der substantia nigra bis zum unteren Gebiet der Brücke. — 4) Das mediale accessorische Bündel der Schleifenschicht tritt aus der Basis des Pedunculus cerebri und lagert sich medial von der Schleifenschicht (s. Schema 10).[2]

Die aufgezählten grossen Abteilungen der Schleifenschicht sind nicht allein nach Lage und Abstammung, sondern auch nach der

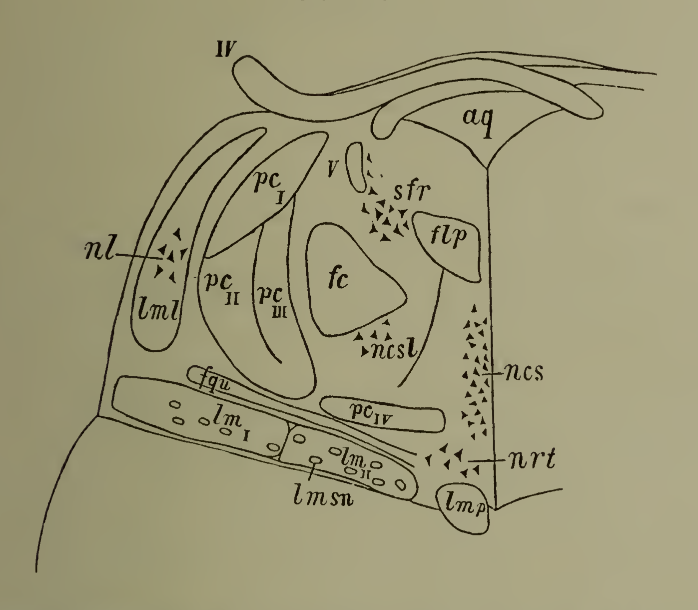
---

[1]) Dem entsprechend bezeichnet Forel als obere Schleife ein Faserbündel, welches aus dem Kern des hintern Vierhügels zum Thalamus opticus verläuft und welches in der Höhe des vorderen Vierhügels dem dorsalen Rande der Schleifenschicht benachbart liegt.

[2]) Nach Edinger gesellen sich, wie bereits erwähnt, auch aus dem Grundbündel des Vorder- und Seitenstrangs zur Schleifenschicht Fasern, welche sich in der vorderen Kommissur kreuzen. Jedoch spricht Edinger nicht genauer von dem Verlauf dieser Fasern in der Schleifenschicht, sodass man keine klare Vorstellung von der weiteren Bahn derselben gewinnt.

Zeit der Entwickelung ihrer Fasern scharf von einander geschieden. Am frühesten, circa im 5.—6. Schwangerschaftsmonat, bildet sich die laterale oder untere Schleife, nach einiger Zeit die Hauptschleife; erst nach der Geburt entstehen die zerstreuten Bündel der Schleifenschicht, endlich noch später das accessorische Bündel der Schleife.

Schema 10.



Schematisches Querschnittsbild der Faserung der Schleifenschicht und des pedunculus cerebelli anterior.

lm_I — Fasern der Hauptschleife, welche aus dem Kern des Keilstrangs hervorgehen; *lm_{II}* — Fasern der Hauptschleife, aus dem Kern des zarten Stranges hervorgehend; *lmp* — Fasern des medialen accessorischen Bündels der Schleife; *lmsn* — zerstreute Bündel der Schleifenschicht; *lml* — laterale Schleife; *nrt* — vorderer Teil des nucleus reticularis; *ncs* — nucleus centralis superior; *ncsl* — nucleus centralis superior lateralis; *flp* — hinteres Längsbündel; *aq* — Aquaeductus Sylvii; *IV* — Wurzeln des Trochlearis; *V* — absteigende Trigeminuswurzel; *sfr* — substantia ferruginea; *fc* — laterales Bündel der Haube; *pc_I* — dorsales Bündel des pedunculus cerebelli anterior; *pc_{II}* — mittleres Bündel des pedunculus cerebelli anterior; *pc_{III}* — mediales Bündel des pedunculus cerebelli anterior; *pc_{IV}* — ventrales Bündel des pedunculus cerebelli anterior, welches zwischen beiden Kernen des n. vestibularis eine Kommissur bildet; *fqu* — Fasern, welche aus dem Bereich des hinteren Vierhügels zum nucleus reticularis ziehen.

Die Hauptschleife kann nach der Zeit der Anlage ihrerseits in eine äussere und eine innere Abteilung gesondert werden; die erstere wird früher angelegt, als die letztere.

Zur Zeit lassen wir bei Seite sowohl die laterale Schleife, welche, wie wir sehen werden, die centrale Fortsetzung des Akustikus bildet, als auch die zerstreuten Bündel und das accessorische Bündel der Schleifenschicht, welche sich, wie unten gezeigt wird, als centrale Leitungen sensibler und motorischer Gehirnnerven darstellen. An dieser Stelle wollen wir nur jene Bündel der Schleifenschicht eingehender behandeln, welche aus den Hintersträngen des Rückenmarkes sich fortsetzen.

Serienschnitte aus Gehirn und Rückenmark von circa 30 bis 35 cm langen Früchten lassen erkennen, dass die aus den Keilsträngen hervorgehenden, den lateralen Bezirk der Hauptschleife zusammensetzenden Fasern in der Folge eine zweifache Richtung einschlagen: Die einen (Taf. Fig. V und VI, 13′) beginnen schon in der Höhe des hinteren Vierhügels entlang der Peripherie des Grosshirnschenkels nach hinten umzubiegen; bald darauf treten sie mit dem hier befindlichen lateralen Schleifenkern, dem Corpus parabigeminum (Taf. Fig. V und VI, *nll*) in Zusammenhang, während ein Teil von ihnen in das Gebiet des vorderen Vierhügels sich einsenkt. Die anderen setzen ihre Bahn weiter aufwärts fort; in der Ebene des oberen Teils des roten Kerns beginnen sie allmählich lateralwärts umzubiegen und begeben sich zum Luysschen Kern (Taf. Fig. V, 13″). Ein Teil der Fasern erfährt hier offenbar eine Unterbrechung; der grösste Teil jedoch geht an der oberen und lateralen Seite des Luysschen Kerns vorbei, einerseits zur Linsenkernschlinge und verbindet sich mit dem ersten und zweiten Gliede des Globus pallidus (Taf. Fig. VI, 13), andererseits durch Vermittelung der sog. Meynertschen Kommissur zum Globus pallidus der anderen Seite.

Da bei 33—35 cm langen Früchten von allen Teilen der Hemisphären nur die eben beschriebenen Schleifenfasern markhaltig angetroffen werden, so kann die Endigung der letzteren im Globus

pallidus durch die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung mit der grössten Anschaulichkeit demonstriert werden. Was die Beziehungen des geschilderten Schleifenbündels zur Meynertschen Kommissur betrifft, welche, wie ich mich überzeugen konnte, gleichzeitig mit den aus den Kernen der Keilstränge stammenden Schleifenfasern, und früher als alle übrigen Bündel des Tractus opticus sich entwickelt, so können wir an Präparaten des fötalen Hirns einmal den kontinuirlichen Übergang der erwähnten Schleifenfasern in die Meynertsche Kommissur beobachten und andererseits den Zusammenhang der Fasern der letzteren mit dem Globus pallidus des Linsenkerns konstatieren. Dieser Umstand berechtigt uns zu dem Schluss, dass die aus den Kernen der Keilstränge hervorgehenden Schleifenfasern nicht nur mit dem Globus pallidus einer Seite, sondern durch Vermittelung der Meynertschen Kommissur auch mit dem Globus pallidus der anderen Seite (Schema 11) in Verbindung treten[1].

Die aus den Kernen der zarten Stränge hervorgehenden Faserbündel bilden den zweiten Bestandteil der hinteren oder oberen Kreuzung. Sie durchsetzen die Olivenzwischenschicht hinter den aus den Kernen der Keilstränge kommenden Fasern und verlieren sich zum Teil im Nucleus reticularis (Taf. Fig. VI, 10'); ihre Hauptmasse begiebt sich weiter aufwärts und bildet die mediale Abteilung der Hauptschleife. (Taf. Fig. III, IV, V, VI, 10.)

In der Schleifenschicht erheben sich die den Kernen der zarten Stränge angehörenden Fasern ununterbrochen aufwärts; sie lagern sich in der Höhe des roten Kernes medianwärts von dem Fasergebiet der Kerne des Keilstranges und bilden mit letzterem zusammen jenes Bündel der Schleife, welches in dieser Gegend auf Querschnitten Sichelform darbietet (Taf. s. Fig. V). Von hier begiebt

[1]) Die Meynertsche Kommissur dient auch, wie wir unten sehen werden, zur gekreuzten Verbindung des Linsenkerns mit dem Luysschen Körper. Die früher angenommene Verknüpfung der beiden Corpora geniculata interna durch die Meynertsche Kommissur wird gegenwärtig gänzlich in Abrede gestellt (s. Darkschewitsch und Pribytkow, Neurol. Centralbl. Orig. Mitth. No. 14. 1891).

sich ein grosser Teil der den Kernen der zarten Stränge entstammenden Fasern zum Thalamus opticus, in welchem sie eine teilweise Unterbrechung erfahren.

Ausserdem giebt es einen unmittelbaren Zusammenhang eines Teiles der den Kernen der zarten (und wahrscheinlich keilförmigen) Stränge angehörenden Fasern der Schleife mit der Hirnrinde, wie Monakow und Flechsig auf Grund der Degenerationen dieser Fasern behaupten (Schema 11).[1])

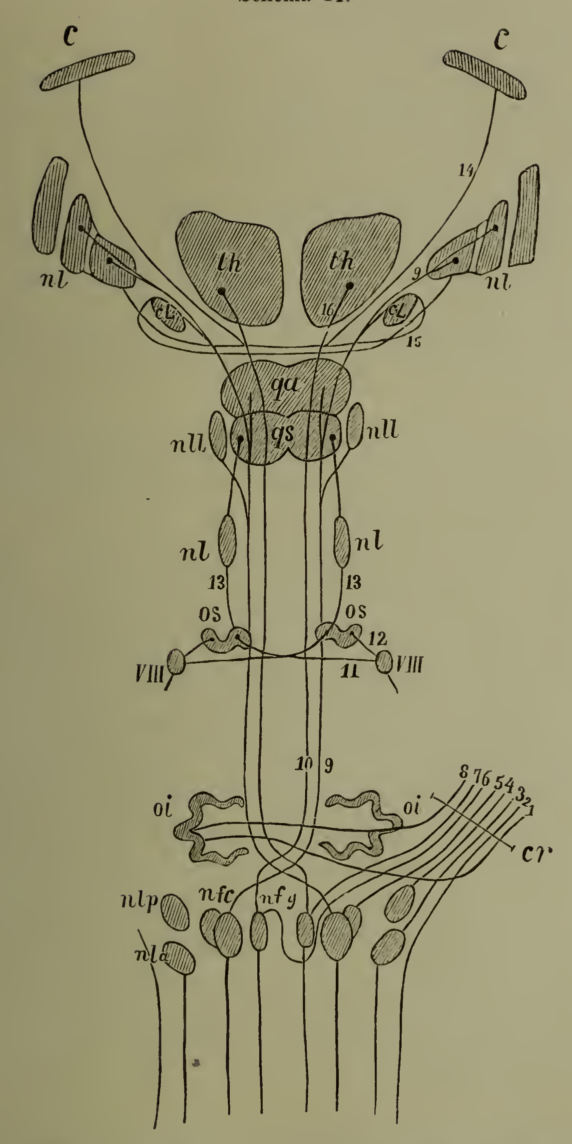
Früher nahm man eine Verbindung der Hinterstrangkerne mit den unteren Oliven und durch Vermittelung der letzteren mit dem Kleinhirn an. Diese Annahme ist jedoch nicht aufrecht zu erhalten, weil bei Früchten von ca. 38—40 cm. Länge das Grau der unteren

---

[1]) Wir müssen bemerken, dass die Schleifenschicht infolge der verschiedenen Abstammung ihrer Fasern in pathologischen Fällen sowohl aufsteigend, wie absteigend degenerieren kann. So trat in den Fällen Monakows (Berlin. Gesellsch. f. Psych. und Nervenkr. 1885. Neurol. Centralbl. pag. 265. 1885) nach Zerstörung des Parietallappens bei jungen Tieren allmähliche Atrophie der Schleifenschicht, der fibræ arcif. int. der entgegengesetzten Seite und des anderseitigen Kerns der zarten Stränge auf. Dasselbe wurde von Flechsig und Hösel (Neurol. Centralbl. 14. 1890) in einem Fall von porencephalitischem Defekt beider Centralwindungen, von Schräder (Dissert. 1884), von mir und Anderen beobachtet.

Bei absteigender Degeneration der Schleife findet man ausser einer Atrophie des Kerns der zarten Stränge bisweilen auch eine solche des Kerns der Keilstränge; unversehrt bleibt die äussere oder laterale Partie des letzteren Kerns (Monakow), welche Beziehungen zum Kleinhirn hat. — Andererseits wurde im Gefolge eines ventralwärts von den Kernen der Hinterstränge lokalisierten, mit Läsion der fibrae arciformes internae einhergehenden pathologischen Prozesses, von Meyer (Arch. f. Psych. XVII, 1886) Degeneration der anderseitigen Olivenzwischenschicht und Schleifenschicht bis hinauf zum vorderen Vierhügel konstatiert. Ebenso konnte Rossolimo (Bote f. klin. und gerichtl. Psych. Russisch. 1890) nach gliomatöser Zerstörung eines Hinterhorns sekundäre Degeneration der anderseitigen Schleife nachweisen. — In den Versuchen von Vejas (Arch. f. Psych. XVI, 1885) entwickelte sich nach Zerstörung der Kerne der Hinterstränge bei neugeborenen Tieren allmählich Atrophie der fibrae arciformes internae auf der gleichen, Atrophie der Olivenzwischenschicht auf der entgegengesetzten Seite, und eine Atrophie der Schleife, welche aufwärts nur bis zur Höhe des Corpus trapezoides zu verfolgen war. — Endlich beobachteten Singer und Münzer (Abh. d. math.-nat. Klasse d. K. K. Akademie d. Wissensch., Wien, 1890) nach experimenteller Zerstörung der Kerne der Keilstränge Atrophie der fibrae arciformes internae und eine bis zu den Sehhügeln nachweisbare Atrophie der anderseitigen Schleife.

Schema 11.



Schematische Darstellung der Fasern, welche aus den Kernen der Hinterstränge zur Schleifenschicht und zu den pedunculi cerebelli verlaufen.

C — Hirnrinde; *nl* — nucleus lenticularis; *th* — thalamus opticus; *cL* — Luysches Corpus s. c. subthalamicum; *qa* — vordere Vierhügel; *qs* — hintere

Vierhügel; *nll* — Corpus parabigeminum; *nl* — Kern der lateralen Schleife; *os* — obere Olive; *VIII* — vorderer Kern des Akustikus; *oi* — untere Olive; *nla* — vorderer Seitenstrangkern; *nlp* — hinterer Seitenstrangkern; *nfc* — Kern des Keilstranges; *nfg* — Kern des zarten Stranges; *cr* — Corpus restiforme; *1* und *8* — Fasern von den unteren Oliven zum Kleinhirn; *2* — Fasern des Kleinhirn-Seitenstrangbündels; *3* — Fasern aus dem vorderen Seitenstrangkern zum Kleinhirn; *4* — Fasern aus dem hinteren Seitenstrangkern zum Kleinhirn; *5* — Fasern aus dem Kern des Keilstranges zum Kleinhirn; *6* und *7* — Fasern aus den beiderseitigen Kernen der zarten Stränge zum Kleinhirn; *9* — Lateraler Teil der Hauptschleife, aus Fasern hervorgehend, welche im anderseitigen Kern des Keilstranges entspringen; *10* — medialer Bereich der Hauptschleife, aus Fasern gebildet, welche aus dem anderseitigen Kern des zarten Stranges hervorgehen; *14* — Rindenschleife; *16* — Fasern des medialen Bereiches der Hauptschleife, welche zum Thalamus opticus sich begeben; *15* — Schleifenfasern, welche die Meynertsche Kommissur bilden.

Oliven noch ganz frei von markhaltigen Fasern ist, während alle aus den Hinterstrangkernen kommenden Fasern ihre Markscheidenbildung bereits beendet haben.

Die Untersuchung des fötalen Centralorgans lässt uns vielmehr erkennen, dass eine direkte Beziehung zwischen den Kernen der zarten Stränge und dem Kleinhirn besteht. In der Ebene des oberen Teils der hinteren Kreuzung angelegte Schnitte weisen konstant Fasern auf, welche aus jenem Teil der hinteren Kreuzung in die Pyramide eintreten, der den Kernen der zarten Stränge angehört. Diese Fasern zerstreuen sich zunächst zwischen den longitudinal verlaufenden Zügen der Pyramide, zum Teil umgehen sie die letztere an der vorderen oder hinteren Seite und erleiden im nucleus arciformis der Pyramide eine Unterbrechung. Darauf sammeln sie sich am lateralen Winkel der Pyramide wieder zu einem geschlossenen Bündel und ziehen entlang der Peripherie der Oblongata zum Corpus restiforme aufwärts als sog. fibrae arcuatae s. zonales anteriores (Taf. Fig. II und VI, 11).[1])

---

[1]) Da das Pyramidenbündel etwas später markhaltig wird, als die erwähnten Fasern der hinteren Kreuzung, so sind letztere am fötalen Hirn aus enstprechender Entwickelungsperiode natürlich mit Leichtigkeit zu demonstrieren. Auch in Fällen von sekundärer Degeneration des Pyramidenbündels heben sie sich auf das deutlichste von den entarteten Fasern ab.

Dass die geschilderten Fasern thatsächlich den Kernen der zarten Stränge angehören, lehrt nicht allein der direkte Nachweis ihres unmittelbaren Zusammenhangs mit den erwähnten Kernen, sondern auch das Ergebnis der embryologischen Untersuchung. Sie entwickeln sich nämlich gleichzeitig mit den anderen aus den Kernen der zarten Stränge hervorgehenden Fasern, und zwar können sie erst bei Früchten von ca. 35—38 cm Länge markhaltig angetroffen werden.

Wir sehen demnach, dass die erwähnten Fasern eine gekreuzte Verbindung zwischen den Kernen der zarten Stränge und dem Kleinhirn vermitteln.

Von den Kernen der zarten Stränge, sowie von den lateralen Kernen der Keilstränge begeben sich jedoch auch entlang der Peripherie der gleichnamigen Seite der Oblongata zum Corpus restiforme Faserbündel, welche als fibrae arcuatae s. zonales posteriores bekannt sind. Diese Bündel stellen demnach eine Verknüpfung der Hinterstrangkerne mit dem Kleinhirn durch Vermittelung des gleichseitigen Corpus restiforme her. Bei der Schilderung der Kleinhirnfaserung kommen wir auf diese Verknüpfungen noch zurück.

Wir wenden uns nunmehr zu einer Betrachtung jener Fasern des Hirnstammes, welche die obere Fortsetzung des Grundbündels der Vorder- und Seitenstränge darstellen.

Die Fasern des letzteren sind schon bei Früchten von ca. 25 bis 27 cm Länge markhaltig, zu einer Zeit also, wo alle übrigen Bestandteile der weissen Rückenmarksäulen, mit alleiniger Ausnahme des vorderen lateralen Abschnittes der Burdachschen Stränge, noch keine Spur einer Markscheide aufweisen. Solche Früchte sind daher das geeignetste Material zum Studium der cerebralen Fortsetzungen der Grundbündel.

Das Studium der betreffenden Serienschnitte lässt uns erkennen, dass alle Fasern des Grundbündels der Vorder- und Seitenstränge insgesamt in die Formatio reticularis des Hirnstammes übergehen. Und zwar gehen die Fasern des Grundbündels der Vorder-

stränge und ein beträchtlicher Teil der Fasern des Grundbündels der Seitenstränge in das s.g. mediale Feld und in die benachbarten Bezirke des lateralen Feldes der Formatio reticularis über (Taf. Fig. II. 8, 9).[1]) Der am meisten nach hinten gelegene Bezirk des Grundbündels der Seitenstränge (Taf. Fig. I. 7) entfernt sich beim Übergang des Rückenmarkes in die Oblongata von den anderen Teilen des Grundbündels; an der Peripherie des verlängerten Markes nimmt er das laterale Feld der Formatio reticularis für sich in Anspruch, und verläuft dann als gänzlich gesondertes Bündel aufwärts (Taf. II, III. 7). Letzteres trägt seit den Untersuchungen Monakows den Namen aberrierendes Bündel, jedoch sollte es, seiner Lage wegen, meiner Ansicht nach zweckmässiger peripheres Bündel des verlängerten Markes geheissen werden.

Der Übergang des grössten Teils des Grundbündels der Vorder- und Seitenstänge in die Formatio reticularis vollzieht sich in folgender Weise: Hand in Hand mit der Rückwärtslagerung des Centralkanals rückt das Grundbündel des Vorderstrangs, stets die Form eines kompakten Bündels beibehaltend, allmählich den dorsalen Bezirken des verlängerten Markes näher und zieht hierbei den vorderen Abschnitt des Grundbündels der Seitenstränge mit sich.

Dem entsprechend finden wir am fötalen Hirn bereits in der Höhe der mittleren Partien der Oliven im medialen Felde der Formatio reticularis zu beiden Seiten der Raphe dicht gedrängte Faserzüge, welche auf Querschnitten in Gestalt zweier mächtiger senkrechter Kolonnen sich repräsentieren. Die oberen, richtiger die hinteren Partien dieser Kolonnen weisen ein dichteres Gefüge auf: sie sind aus der Fortsetzung des Grundbündels der Vorderstränge

---

[1]) Wir bezeichnen als mediales Feld der Formatio reticularis den Teil der letzteren, welcher lateralwärts durch eine Ebene begrenzt wird, die man sich durch die Richtung des Austrittes der Wurzeln des N. hypoglossus und abducens gelegt denkt. Den lateralwärts vom medialen Felde gelegenen Teil der Formatio reticularis, welcher in dorso-lateraler Richtung durch den Austritt der Wurzeln des IX. und X. Nervenpaares begrenzt wird, betrachten wir als das laterale Feld der Formatio reticularis.

hervorgegangen; der untere oder vordere Bereich der Kolonnen, von weniger dichtem Gefüge, erreicht die Olivenzwischenschicht: er repräsentiert die Fortsetzung des vorderen Abschnitts des Grundbündels der Seitenstränge.

Der Rest des letzteren folgt nicht unmittelbar dem Verlauf des Grundbündels der Vorderstränge. Vielmehr zieht er in Form zerstreuter Fasern durch die Reste der Vorderhörner und lagert sich darauf zu einem kleinen Teil dorsalwärts von den unteren Oliven, zum grössten Teil aber zu beiden Seiten der geschilderten Kolonnen, lateralwärts etwas über die Wurzeln des Hypoglossus hinaus sich erstreckend.

Verfolgen wir bei Früchten von ca. 25—27 cm Länge auf Serienschnitten die genannten Faserzüge aufwärts, so nehmen wir wahr, dass gleichzeitig mit dem Auftreten des Vorderstrangkerns und des Nucleus centralis inferior in der Höhe der unteren Oliven ein grosser Teil der Fasern verschwindet, welche dem vorderen Bereich des medialen und teilweise auch des lateralen Feldes der Formatio reticularis angehören. Aufwärts von diesen Kernen sind nur jene Fasern anzutreffen, welche die dichter gefügten hinteren Partien der obenbeschriebenen Kolonnen des medialen Feldes bilden und im wesentlichen aus dem Grundbündel des Vorderstranges hervorgegangen sind, und dann noch ein Teil der markhaltigen Fasern des lateralen Feldes der Formatio reticularis.

Es erfährt demnach ein recht beträchtlicher Teil der Fasern der Formatio reticularis im Kern des Vorderstrangs und im unteren centralen Kern eine Unterbrechung. Dabei ergiebt der Vergleich von Schnitten, welche unmittelbar unterhalb und oberhalb dieser Kerne geführt sind, dass hier hauptsächlich dem Grundbündel der Seitenstränge zukommende Fasern unterbrochen werden. (Taf. Fig. II und IV, 14, 14'.)

Das andere im lateralen Felde der Formatio reticularis gelegene, dem hinteren Bereich der grossen Kolonnen des medialen Feldes benachbarte Fasergebiet des Grundbündels der Seitenstränge (Taf.

Fig. II, III, VI, 8, 8') endet nicht im centralen Kern, sondern begiebt sich weiter aufwärts. Auch die Mehrzahl der Fasern des Grundbündels der Vorderstränge, welche die hintere Abteilung der Kolonnen des medialen Feldes bilden (Taf. Fig. II, III, IV, V, VI, 9), setzt sich noch oberhalb des nucleus centralis inferior fort.

Die Gesamtheit dieser, durch den centralen Kern nicht unterbrochenen Fasern verläuft ohne Änderung der gegenseitigen Lage aufwärts zu dem in der Höhe der Brücke gelegenen nucleus reticularis tegmenti (Taf. Fig. IV, *nrt*). Hier verschwindet wiederum ein bedeutender Teil der Fasern des medialen und lateralen Feldes. Aufwärts vom nucleus reticularis setzt sich nur der dorsale Teil der zu beiden Seiten der Raphe gelegenen Fasern des Grundbündels der Vorderstränge und ein sehr kleiner Teil der Seitenstränge fort. Im Nucleus reticularis findet also wieder eine Unterbrechung von Fasern der Formatio reticularis statt, welche aus dem Grundbündel der Vorder- und Seitenstränge hervorgehen. (Taf. Fig. VI. 8, 9.)

Von den übrigen aus dem Grundbündel stammenden Fasern der Formatio reticularis kreuzt sich ein Teil in der Raphe und verliert sich darauf im nucleus centralis superior (Taf. Fig. IV, *ncs*; Taf. Fig. VI, 9'') und vielleicht auch im Ganglion interpedunculare von Gudden; der andere, im medialen Felde der Formatio reticularis am meisten dorsal gelegene, aus den hinteren Partien des Grundbündels der vorderen Stränge hervorgegangene Teil begiebt sich als sog. hinteres Längsbündel (Taf. Fig. V, VI, 9''') aufwärts.[1])

Nach Meynert verläuft das hintere Längsbündel kontinuierlich zur Hirnrinde. Die Untersuchung des embryonalen Gehirns zu einer Zeit, wo in der Gegend des vorderen Vierhügels nur die hintere Kommissur und das hintere Längsbündel markhaltig angetroffen

---

[1]) Das hintere Längsbündel entsteht jedoch nicht allein aus den Fasern des Grundbündels der Vorderstränge, sondern enthält noch Fasern, welche zur gegenseitigen Verbindung der Kerne des Abducens, Trochlearis und Okulomotorius dienen (Taf. Fig. VI). Wir kommen auf die Bestandteile des hinteren Längsbündels und deren Endigung noch zurück.

werden, erweist jedoch mit Sicherheit, dass die Fasern des letzteren, sofern sie als Fortsetzung des Grundbündels der Vorderstränge auftreten, sich nicht unmittelbar mit den Hemisphären verbinden; vielmehr erleiden sie auf ihrem Wege eine Unterbrechung in dem sog. oberen Okulomotoriuskern (Taf. Fig. V, VI *n III*), welcher mit dem ventralen Bezirk der hinteren Kommissur im Zusammenhang steht.[1])

Zu Gunsten dieser Anschauung sprechen auch die durch Untersuchung der Degenerationen gewonnenen Thatsachen. In einem von Dr. Jakowenko untersuchten Fall hörte die Degeneration des hinteren Längsbündels an der Grenze des Okulomotoriuskerns plötzlich auf.

Was die Fasern betrifft, welche sich aus dem hintersten Gebiet des Grundbündels der Seitenstränge aufwärts in Gestalt eines gesonderten Bündels fortsetzen, das längs der Peripherie des verlängerten Markes im lateralen Felde der Formatio reticularis sich hinzieht, so sind dieselben im fötalen Gehirn nur bis zur Höhe der Kerne des Corpus trapezoides und der oberen Oliven (Taf. Fig. III, VI, 7) zu verfolgen. Sie erfahren hier (höchstwahrscheinlich in den Kernen des Corpus trapezoides) eine Unterbrechung. Von ihrer weiteren, cerebralwärts gerichteten Fortsetzung wird unten die Rede sein.

An dieser Stelle müssen wir noch der Beziehungen gedenken, welche zwischen der Fortsetzung des Grundbündels der Vorder- und Seitenstränge und dem Deitersschen Kern (Taf. Fig. VI. *nD*) bestehen.

Monakow machte unlängst die Beobachtung, dass bei einem jungen Kaninchen nach Durchschneidung nahezu der ganzen Hälfte des Halsmarkes — mit Ausnahme der Vorderstränge und der Gollschen Bündel — eine allmähliche Atrophie des Deitersschen Kerns sich ausbildete. Es folgt daraus, dass der Deiterssche Kern in inniger Beziehung zum Rückenmark steht. Die ursprüngliche Vor-

---

[1]) Auch beim Maulwurf fanden wir diesen Kern als Endstation des hier sehr schmächtigen hinteren Längsbündels. Bemerkenswert ist, dass bei diesem Tier der ventrale Bezirk der hinteren Kommissur relativ stark ausgebildet ist.

aussetzung Monakows, der Deitterssche Kern stehe in Verbindung mit dem Kern des Keilstrangs, welch letzterer in dem erwähnten Versuch sich ebenfalls deutlich atrophisch erwies, bestätigte sich in der Folge nicht. Vielmehr zeigte späterhin Vejas (im Laboratorium Forels), dass direkte Zerstörung der Kerne der Hinterstränge bei jungen Tieren keine Atrophie des Deitersschen Kerns zur Folge hat. Es erübrigt hiernach nur die Annahme, der Deiterssche Kern stehe in Verbindung mit den Seitensträngen, beziehentlich den Grundbündeln der letzteren.

Die Richtigkeit dieser Ansicht findet vollste Bestätigung in den Resultaten der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung. Schon bei Früchten von circa 28 cm Länge lassen sich mit Bestimmtheit markhaltige Faserzüge nachweisen, welche aus dem Deitersschen Kern in das Gebiet der Formatio reticularis übergehen. Diese Fasern (Taf. Fig. II und VI, 8') verlaufen schräg nach vorn und innen und biegen darauf in den mittleren Partien des lateralen Feldes der Formatio reticularis allmählich abwärts, d. h. kaudalwärts um; hierbei liegen sie eine Strecke weit dem centralen Haubenbündel an, zum Teil vermengen sie sich sogar mit den Fasern desselben (s. unten). Weiterhin gehen die geschilderten Faserzüge, stetig lateralwärts hinausrückend, in den mittleren Teil des lateralen Feldes der Formatio reticularis über, biegen dann um die entsprechende untere Olive und begeben sich endlich höchstwahrscheinlich ohne Unterbrechung zum Grundbündel des Seitenstrangs[1]).

Die Fortsetzung des später angelegten, inneren Bündels der Seitenstränge zur Formatio reticularis lässt sich erst an älteren Früchten (von circa 30—32 cm Länge) verfolgen, d. h. zu einer

---

[1]) Neuerdings wird von Bruce (Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 1891. Edingers Bericht pro 1891) ein Faserbündel beschrieben, welches von der unteren Olive zum Deitersschen Kern hinzieht. Dieses Bündel, welches nach Bruce die genannten beiden Formationen mit einander verknüpft, ist offenbar identisch mit den von mir beschriebenen, den Deitersschen Kern mit dem Grundbündel verbindenden Fasern.

Zeit, wo die Markscheidenbildung in diesem Bündel bereits abgeschlossen ist.

An den entsprechenden Serienschnitten gewinnt man die Überzeugung, dass die Fasern dieses Bündels in das laterale Feld der Formatio reticularis übergehen und hier den Kernen des Seitenstrangs benachbart liegen (Taf. Fig. II, 8). Über den Ort ihrer thatsächlichen Endigung im verlängerten Mark liegen jedoch bisher keine sicheren Angaben vor.

Dasselbe gilt von jenem Fasersystem, welches in den Seitensträngen des Rückenmarkes unmittelbar nach vorn und innen vom Pyramidenstrang liegt.

Was das antero-laterale Bündel der Seitenstränge betrifft, so behält dieses beim Übergang des Rückenmarkes in das verlängerte Mark dieselbe Lage, wie im oberen Teil des Rückenmarkes, d. h. es liegt an der Peripherie des vorderen Abschnitts der lateralen Oberfläche der Oblongata. So gelangt es bis zur Gegend des vorderen Seitenstrangkerns, wo es plötzlich verschwindet, wie es scheint, weil es in diesem Kern unterbrochen wird.

Es erübrigt noch, mit einigen Worten der centralen Fortsetzung zweier Bündel des Rückenmarkes, nämlich des direkten Kleinhirnbündels und der Pyramidenstränge, innerhalb des Stammteils zu gedenken.

Bezüglich des Kleinhirnbündels ist hier zu bemerken, dass es beim Übergang des Rückenmarkes in die Oblongata dem Winkel zwischen Hinterhorn und äusserer Oberfläche des Rückenmarkes immer näher rückt; mit dem Auftreten des Corpus restiforme gelangen seine Fasern entlang der Peripherie der Oblongata zu diesem und begeben sich darauf zum Kleinhirn. Verlauf und Endigung dieses Bündels im Kleinhirn werden wir später noch genauer zu besprechen haben.

Was endlich die Pyramidenstränge betrifft, so bilden diese im ventralen Teil des verlängerten Markes jene mächtigen, dicht gedrängten Faserbündel, welche als Pyramiden bekannt sind. Cerebral-

wärts verlaufen die Pyramidenbündel in der unteren Etage des Hirnstammes; in der Brücke erfahren sie durch Querfaserzüge eine Zerklüftung in mehrere Einzelbündel, welche sich beim Übertritt in den Grosshirnschenkel wieder zu einem, im Querschnitt keilförmig gestalteten Strang sammeln, der, von aussen nach innen gerechnet, ungefähr das zweite Viertel des Hirnschenkelfusses einnimmt. Noch weiter aufwärts tritt das Pyramidenbündel in den Bereich der inneren Kapsel ein, wo es ungefähr dem mittleren Drittel des hinteren Schenkels entspricht. Von hier verlaufen seine Fasern direkt zur Rinde der Hemisphären, und zwar zu den Centralwindungen und zum hinteren Gebiet der Stirnwindungen.[1])

Während wir uns bisher mit denjenigen Fasern des Hirnstamms beschäftigten, welche als nächste Fortsetzung von Faserbündeln des Rückenmarkes sich kennzeichnen, treten wir nunmehr an eine Betrachtung jener Fasern heran, welche, sofern sie die verschiedenen grauen Nester des Hirnstamms mit einander verknüpfen, ebenfalls durch Vermittelung der letzteren als centrale Fortsetzungen leitender Systeme des Rückenmarkes resp. als centrale Bahnen von Hirnnerven sich darstellen.

Die centrale Fortsetzung der Hinterstränge haben wir bereits in der Schleifenschicht durch den ganzen Hirnstamm verfolgt. Wir beginnen hier daher mit der Betrachtung jener Verknüpfungen, welche aus der Fortsetzung der Grundbündel der Vorder- und Seitenstränge hervorgehen. Wie wir sahen, präsentieren sich als erste Haltestationen, zu welchen die Fasern dieser Bündel gelangen, die Vorderstrangkerne, die unteren centralen Kerne, der nucleus reticularis, ferner die Kerne des Corpus trapezoides (und die oberen

---

[1]) Es sei hier bemerkt, dass die relative Lage des Pyramidenbündels in verschiedenen Ebenen der inneren Kapsel nicht ganz dieselbe ist. Ausserdem kommen offenbar gar nicht selten recht beträchtliche individuelle Abweichungen der Lage der Pyramidenbündel in der inneren Kapsel vor. Dies erklärt uns, warum die hierauf bezüglichen Angaben bei verschiedenen Autoren sich gegenwärtig häufig widersprechen.

Oliven?), die Kerne des Okulomotorius und vielleicht auch das Ganglion interpedunculare Guddens.

Sämtliche hier namhaft gemachten grauen Nester, mit Ausnahme der beiden letztgenannten Bildungen, liegen in der Formatio reticularis, welche durch den ganzen Hirnstamm dicht bis an die Sehhügel sich erstrecken, um hier zu verschwinden. Dieses berechtigt uns zu dem Schluss, dass die erwähnten Kerne durch Vermittelung der Fasern der Formatio reticularis mit dem Thalamus opticus zusammenhängen, insbesondere mit dem lateralen Kern des letzteren, welcher eine grosse Anzahl von Fasern aus dem Hirnstamm aufnimmt.

Was den oberen Kern des Okulomotorius betrifft, so nimmt er, wir wir sahen, die Fasern des ventralen Bündels der hinteren Kommissur (Taf. Fig. VI und V, 31') in sich auf. Das Ganglion interpedunculare Guddens steht durch Vermittelung des sog. Fasciculus retroflexus [Meynert] in direktem Zusammenhang mit dem nucleus habenulae, welches seinerseits mit dem Thalamus opticus, dem es unmittelbar anliegt, innig zusammenhängt.

Die centrale Fortsetzung der hinteren Bezirke des Grundbündels der Seitenstränge hatten wir als ein Bündel kennen gelernt, welches an der äusseren Oberfläche des verlängerten Markes bis zum Kern des Corpus trapezoides emporsteigt. Weiter aufwärts bildet seine Fortsetzung offenbar jenes Faserbündel, welches anfänglich in Gesellschaft der lateralen Schleife verläuft, und darauf in der Gegend des hinteren Vierhügels das seitlich-ventrale Gebiet der Haube medialwärts von der lateralen Schleife einnimmt. Noch höher oben erzeugen die Fasern dieses Bündels die sogenannte ventrale Haubenkreuzung [Forel]; dann treten sie in Zusammenhang mit dem roten Kern der entgegengesetzten Seite. Der letztere aber nimmt von hinten her Fasern des pedunculus cerebelli anterior auf und tritt so in Verbindung mit dem Globus pallidus, mit der Hirnrinde und unter anderem auch mit dem lateralen Kern des Sehhügels.

Wir sehen demnach, dass der Thalamus opticus in ausgedehntem Zusammenhang steht mit den Längsfasern der Formatio reticularis und den grauen Kernen der letzteren. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht nur ein direkter, sondern er wird auch zum Teil durch andere Bildungen, z. B. den nucleus habenulae und den roten Kern vermittelt.

Hiervon abgesehen, bestehen noch andere Verknüpfungen des Sehhügels mit den Kernen der Formatio reticularis. Schon Gudden zeigte, dass von den beiden im corpus mammillare entspringenden, absteigenden Bündeln, von welchen das eine als pedunculus corporis mammillaris, das andere als Haubenbündel [Gudden] bezeichnet wird, das letztere in einem kleinen Kern aufhört, welches lateral-ventralwärts vom hinteren Längsbündel liegt. Dieser Kern ist wahrscheinlich nichts anderes, als eine der lateralen Vorwölbungen des Nucleus reticularis tegmenti; zum mindesten steht, wie es mir scheint, er mit letzterem anatomisch in innigstem Zusammenhang.

Das Haubenbündel findet, wie Gudden selbst nachwies, seine centrale Fortsetzung in dem sog. Vicq d'Azyrschen Bündel, welches in der lateralen Wand des III. Ventrikels vom Corpus mammillare zum vorderen Kern des gleichseitigen Thalamus opticus verläuft. Wir ersehen daraus, dass auch die geschilderten Verknüpfungen Glieder jener Kette darstellen, welche den Sehhügel mit den aus den Grundbündeln der Vorder- und Seitenstränge sich fortsetzenden Fasern der Formatio reticularis verbindet.[1])

Von den geschilderten Verbindungen abgesehen, steht die Formatio reticularis in ausgebreitetem Zusammenhang mit dem vorderen

---

[1]) Nach Monakow giebt es auch ein kleines gekreuztes Vicq d'Azyrsches Bündel (Monakow, Arch. f. Psychiatrie, XVI. 1885). Im Gebiet des Tuber cinereum findet sich ausserdem zuweilen ein zarter weisser Streifen, welcher nach vorne verläuft, um unter dem Chiasma zu verschwinden. Derselbe, unter der Bezeichnung Stria alba tuberis bekannt, stammt ebenfalls aus dem Corpus mammillare. Er zieht über dem Tractus opticus aufwärts und zerstreut sich pinselförmig in der Nähe des Fornix. Allem Anscheine nach bildet dieser Streifen ein von letzterem gesondertes Bündel [Lenhossék, Anat. Anz. II. 14. 1887].

und hinteren Vierhügel, mit den Brückenkernen und mit dem Kleinhirn.

Mit dem vorderen Vierhügel hängt die Formatio reticularis durch Vermittelung eines Fasersystems zusammen, welches das tief liegende Mark des vorderen Vierhügels bildet (Taf. Fig. V und VI, 58). Diese Fasern begeben sich aus der grauen Masse des vorderen Vierhügels strahlenförmig medianwärts zum Gebiet der grauen Substanz des Aquaeductus Sylvii, verlaufen dann längs der lateralen Fläche des letzteren abwärts und erreichen die Gegend zwischen den roten Kernen.

Hier machen sie in der Medianlinie eine Kreuzung durch, welche als Meynertsche fontänenförmige Kreuzung bekannt ist, und dringen nach Überschreitung der Mittellinie offenbar in den roten Kern ein. Jedoch ist nicht ausgeschlossen, dass diese Fasern noch weiter abwärts in den medialen Abschnitten der Formatio reticularis bis zu den nächstliegenden Kernen der letzteren verlaufen.[1])

Ein Teil der hier geschilderten Fasern biegt nach Erreichung der Medianlinie dorsalwärts zu den Kernen des Okulomotorius und zum hinteren Längsbündel um. Wir kommen darauf weiter unten noch zurück.

Mit dem hinteren Vierhügel hängt die Formatio reticularis durch Fasern zusammen, welche von ersterem in schrägem Verlauf zunächst längs der lateralen Fläche der Grosshirnschenkelhaube und darauf unmittelbar hinter der Schleifenschicht zum Nucleus reticularis tegmenti hinziehen (Taf. Fig. IV und VI, 22). Ein Teil dieser Fasern dringt durch Vermittelung der Raphe offenbar auch in den Bereich der Brücke ein.

---

[1]) Nach Held (Neurolog. Centralblatt. Orig.-Mitt. 16. 1890) geht dieses Fasersystem direkt in das vordere Grundbündel über. Diese Annahme ist meiner Ansicht nach unhaltbar, angesichts des Umstandes, dass die die fontänenförmige Kreuzung bildenden Fasern viel später markhaltig werden, als die Fasern des Grundbündels der Vorder- und Seitenstränge. Ebenso unrichtig ist die Ansicht Edingers, welcher die genannten Fasern zur Schleife zählt und als ein gekreuztes Bündel der Schleifenschicht betrachtet.

Der Zusammenhang der Formatio reticularis mit den grauen Massen des Pons und des Kleinhirns wird, wie ich zuerst gezeigt habe, durch Fasern hergestellt, welche aus dem nucleus reticularis und dem lateralen Abschnitt der Formatio reticularis zur Raphe verlaufen. Hier kreuzen sie sich mit ebensolchen der anderen Seite und ziehen darauf innerhalb der Raphe ventralwärts zur unteren Etage der Brücke, in deren grauer Substanz sie zum Teil aufhören; der andere Teil biegt lateralwärts um und begiebt sich direkt zum Kleinhirn (Taf. Fig. IV und VI, 24). Bei der Schilderung der Kleinhirnfaserung werden wir uns mit dieser Verknüpfung eingehender zu beschäftigen haben.

Der rote Kern, in welchem eines der aus dem Seitenstranggrundbündel centralwärts sich fortsetzenden Bündel endet, steht, wie wir sahen, unter anderem auch mit dem Globus pallidus des Linsenkerns in Zusammenhang. Der letztgenannten Verknüpfung dienen offenbar auch die Fasern der unter dem Boden des III. Ventrikels befindlichen Forelschen Kreuzung. Die von Forel beschriebenen, hinter dem Chiasma nervorum opticorum unter dem Boden des III. Ventrikels sich kreuzenden Fasern stellen, wenigstens nach L. O. Darkschewitsch, einen Teil jenes Fasersystems dar, welches unmittelbar vor dem roten Kern liegt; von hier verlaufen sie ventralwärts, kreuzen sich unter dem Boden des III. Ventrikels und begeben sich endlich längs der ventralen Fläche des Grosshirnschenkels, zwischen letzterem und dem Tractus opticus, zum Linsenkern, an dessen basale Fläche sie herantreten.

Andererseits steht auch der Linsenkern, oder eigentlich der Globus pallidus, mit mehreren Formationen in Zusammenhang. Ausser der schon geschilderten Verknüpfung mit dem roten Kern ist noch eine Verbindung des Globus pallidus mit dem Thalamus opticus bekannt, welche durch Fasern vermittelt wird, die durch die innere Kapsel hindurchziehen (Taf. Fig. VI, 33); ferner kennen wir eine Verbindung des Globus pallidus mit dem Corpus subthalamicum (Taf. Fig. VI, 15) und eine solche mit dem medialen Kniehöcker.

Die Verknüpfung des Globus pallidus mit dem Corpus subthalamicum (Luysches corpus) ist einmal eine direkte, durch Fasern, welche von ersterem durch den am meisten lateralwärts gelegenen Bezirk des Hirnschenkelfusses zu letzterem verlaufen. Dann aber giebt es auch eine gekreuzte Verbindung beider Kerne, und zwar wird diese durch Fasern der Meynertschen Kommissur vermittelt, in welcher, wie wir sahen, auch aus den Kernen der Keilstränge hervorgehende Fasern der Hauptschleife enthalten sind.

Mit dem Corpus geniculatum mediale endlich tritt der Globus pallidus hauptsächlich durch die in der Fasermasse der Tractus optici verlaufende Guddensche Kommissur in einen gekreuzten Zusammenhang. Dass die Guddensche Kommissur gerade dieser Verknüpfung dient, dafür sprechen wenigstens die neueren diesbezüglichen Untersuchungen. Jedoch ist dabei keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen, dass die genannte Kommissur ausserdem eine Verbindung zwischen beiden medialen Kniehöckern herstellt.

Die aus der Fortsetzung der Grundbündel hervorgehenden Gebiete der Formatio reticularis stehen mit den höher gelegenen Bildungen offenbar auch vermittelst eines mächtigen Fasersystems im Zusammenhang, welches im dorsalen Abschnitt der hinteren Kommissur hinzieht (Taf. Fig. VI, 31).

Wie wir sahen, bildet der ventrale, sehr frühzeitig angelegte Abschnitt der hinteren Kommissur die centrale Fortsetzung des hinteren Längsbündels. Mit diesem hat der dorsale Bezirk der hinteren Kommissur nichts gemeinschaftlich. Die Fasern des letzteren entwickeln sich sehr spät und stehen zum hinteren Längsbündel in keinen nachweisbaren Beziehungen. Über den eigentlichen Ursprung und das endliche Schicksal dieser Fasern bieten die vorhandenen Untersuchungen leider keine genaueren Hinweise. So viel steht fest, dass sie über dem Aquaeductus Sylvii eine Kreuzung durchmachen und dann als schöngeformte Bogenfasern sich in die Tiefe des vorderen Vierhügels begeben, dessen mittleres und zum Teil tief liegendes Mark sie bilden; darauf gehen sie in die Formatio reticularis über.

Den oberen Ursprung der dorsalen Fasern der hinteren Kommissur verlegen einige Autoren noch jetzt in den hinteren Bereich der Thalami; neuere Untersuchungen jedoch weisen entschiedener auf einen kortikalen Ursprung dieser Fasern hin. Wir können annehmen, dass letztere durch die innere Kapsel und den Grosshirnschenkel zunächst zum mittleren Mark des vorderen Vierhügels gelangen und dann, nachdem sie sich über dem Aquaeductus Sylvii gekreuzt, in das tiefe Mark des anderseitigen vorderen Vierhügels eindringen.[1])

Es ist jetzt noch jener Fasern zu gedenken, welche sich in den mehr lateral gelegenen Gebieten der Formatio reticularis finden und die wir bei der Schilderung der letzteren bisher nicht berührt haben.

In dieser Partie der Formatio reticularis sind sehr zahlreiche Fasern enthalten, welche, wie wir uns durch Untersuchung des fötalen und kindlichen Gehirns überzeugen können, nicht vor der letzten Periode des intrauterinen, oder erst im Beginn des extrauterinen Lebens markhaltig werden. Ein Teil dieser Fasern präsentiert sich im erwachsenen Gehirn als grobkaliberig, ein anderer Teil gehört zu den feinen Fasern. Die gröberen entspringen aus den unteren Oliven und bilden schon im oberen Bereich der letzeren ein beträchtliches solides Faserbündel, welches in dem Raum zwischen unteren Oliven und äusserer Oberfläche des verlängerten Markes verläuft.

Diese von mir zuerst beschriebene centrale Haubenbahn (Taf. Fig. II, III, IV, V, VI, 35) zieht sich längs des ganzen Hirn-

[1]) Nach experimenteller Zerstörung der vor den Vierhügeln gelegenen Gehirnbezirke bei einer Katze konnte Spitzka (Neurolog. Centr. pag. 24, 1885) eine bis zur Oblongata verfolgbare Atrophie des ventralwärts vom hinteren Längsbündel liegenden Gebietes nachweisen. Da das atrophierte Gebiet in diesem Fall der Lage der hinteren Kommissur entsprach, so neigt sich Spitzka der Ansicht Meynerts zu, derzufolge die hintere Kommissur eine Verbindung der Thalami mit der anderseitigen Haube herstellt. Jedoch ist zu bemerken, dass in dem erwähnten Fall die Atrophie der hinteren Kommissur auch dadurch bedingt sein konnte, dass die Fasern der letzteren auf ihrem Wege durch den hinteren Bereich der Sehhügel zur Hirnrinde lädirt waren.

stammes hin. In der Gegend des unteren Abschnitts der Brücke liegt es unmittelbar hinter dem Corpus trapezoides in dem Raum zwischen oberen Oliven und Schleifenschicht; weiter aufwärts, in der Gegend der mittleren und oberen Brückenpartien, besitzt es innerhalb der Fasern der Haube eine nahezu centrale Lage; daher der Name centrale Haubenbahn. Weiterhin durchsetzt dieses Bündel die unter dem hinteren Vierhügel sich kreuzenden Fasern des Pedunculus cerebelli anterior und lagert sich dann in der Gegend des vorderen Vierhügels lateral-ventralwärts vom hinteren Längsbündel; noch weiter aufwärts findet es sich medialwärts vom roten Kern und verschwindet endlich in den Nachbargebieten des III. Ventrikels.[1])

Was die feineren Fasern der lateralen Region der Formatio reticularis anlangt, so entwickeln sich diese grösstenteils etwas früher als die Fasern der centralen Haubenbahn und bilden nicht, wie das letztere, kompakte Bündel, sondern finden sich mehr oder minder gleichmässig zerstreut in der grauen Substanz des lateralen Feldes der Formatio reticularis (Taf. Fig. II, 17). Im oberen Bereich der Medulla oblongata verlaufen diese Fasern in der Nachbarschaft der aufsteigenden Quintuswurzel und der Seitenstrangkerne, im unteren Teil der Brücke aber lateralwärts und nach hinten von den oberen Oliven in der Nähe des Facialiskerns (Taf. Fig. III, 17). Immerwährend im lateralen Felde der Formatio reticularis hinziehend, gelangen sie in der Gegend des vorderen Vierhügels dorsalwärts und dorso-lateralwärts vom roten Kern in die nächste Umgebung des von mir (s. oben) beschriebenen Nucleus innominatus, mit welchem sie offenbar in Verbindung treten.

---

[1]) Nach Flechsig verbirgt sich das obere Ende der centralen Haubenbahn im Globus pallidus des Linsenkerns.

In Fällen beträchtlicher Zerstörung der Hemisphären bei Idioten fand sich Atrophie der centralen Haubenbahn, zuweilen verbunden mit Atrophie der entsprechenden unteren Olive (Jelgersma. Schmidts Jahrb. Bd. CCXIX). Ich hatte noch unlängst Gelegenheit, einen ähnlichen Fall zu beobachten. In einem anderen, von mir beobachteten Fall entwickelte sich infolge einer Sklerose im Verlauf der centralen Haubenbahn sekundäre Degeneration des gesamten absteigenden Teils der letzteren.

Cerebralwärts ist die weitere Bahn dieser Fasern mit Sicherheit bisher nicht verfolgt worden; jedoch unterliegt es keinem Zweifel, dass sie noch über den vorderen Vierhügel hinaus in centraler Richtung sich fortsetzen.

Auch der Ursprung der betrachteten Fasern in der Medulla oblongata ist ausserordentlich schwer zu verfolgen. Übrigens kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit behaupten, dass die Fasern des erwähnten Gebiets der Formatio reticularis, wenigstens zum Teil, aus den Seitenstrangkernen entstehen; sie würden vielleicht demgemäss die centrale Fortsetzung des inneren (medialen) und des vorderen-lateralen Rückenmarkbündels vorstellen.

Es sei hier bemerkt, dass sowohl der vordere, als auch der hintere Seitenstrangkern auch zum Kleinhirn Faserzüge entsenden. Letztere steigen entlang der lateralen Fläche der Medulla oblongata aufwärts und treten in Gesellschaft des direkten Kleinhirnbündels in das Corpus restiforme ein, bei dessen Schilderung wir ihnen wieder begegnen werden.

Wir müssen hier noch jenes mächtige Fasersystem, welches in den Brückenkernen entspringt, wenigstens mit einigen Worten erwähnen.

Die grauen Kerne der Brücke stehen, wie wir sahen, durch Fasern, welche in der Raphe emporsteigen, in Zusammenhang mit dem Nucleus reticularis tegmenti und mit den Elementen der Formatio reticularis. Ferner sind sie auch mit dem Kleinhirn vermittelst zahlreicher Fasern verbunden, welche die Brücke in transversaler Richtung durchsetzen und in die Brückenschenkel übergehen. Bei der Betrachtung der Faserung des Kleinhirns und seiner Schenkel kommen wir auf diese letzteren noch zurück.

Aber auch zum Grosshirn hin entsendet das Grau der Brücke zahlreiche Faserzüge. Diese entspringen vorzugsweise aus den grauen Massen der vorderen Brückenregionen und durchziehen die Basis des Pedunculus cerebri in Form zweier Fasersysteme, von welchen das eine den medialen, das andere den am meisten lateral gelege-

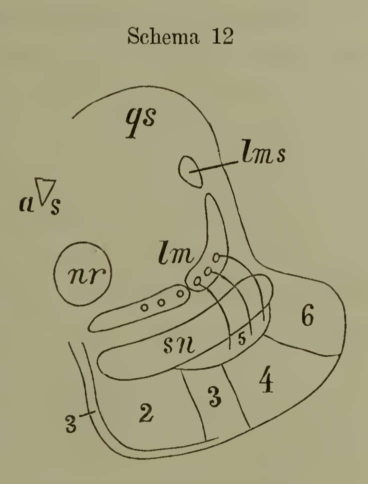
nen Abschnitt des Hirnschenkelfusses einnimmt (Taf. Fig. V, VI, 50, 51).

Noch weiter aufwärts gehen beide Systeme in das Gebiet der inneren Kapsel und in den Stabkranz der Hemisphären, zum Teil auch in den Linsenkern über (s. das Genauere unten).

Denken wir uns nun den Hirnschenkelfuss in der Gegend des vorderen Vierhügels durchschnitten, so kann die Schnittfläche, nach Massgabe der getroffenen Fasern, in vier nicht ganz gleich grosse Abschnitte eingeteilt werden.

Das laterale und das mediale Viertel sind von Brückenfasern eingenommen, welche zu den Grosshirnhemisphären verlaufen; das zweite Viertel (von aussen gerechnet) vom Pyramidenbündel. In dem Raum zwischen letzterem und dem medialen Viertel des Hirnschenkelfusses finden sich Fasern motorischer Hirnnerven (facialis, hypoglossus etc.), welche in tieferliegenden Gebieten das accessorische Bündel der Schleifenschicht bilden (s. unten).

Schema 12



Schema des Hirnschenkelfusses.

qs — vorderer Vierhügel; *as* — Sylvische Wasserleitung; *nr* — roter Kern; *sn* — substantia nigra; *lm* — Schleife; ihr medialer Abschnitt besteht hauptsächlich aus Fasern, welche aus den Kernen der Keilstränge, ihr lateraler Abschnitt hauptsächlich aus solchen, welche aus den Kernen der zarten Stränge hervorgehen; *lms* — obere Schleife, aus dem Kern des hinteren Vierhügels entspringend; *6* — Fasern des lateralen Brückensystems; *4* — Fasern des Pyramidenstrangs; *3* — Fasern motorischer Hirnnerven, welche unten das mediale accessorische Bündel der Schleifenschicht bilden; *2* — Fasern des medialen Brückensystems; *5* — Fasern sensibler Gehirnnerven, welche die in der Schleifenschicht zerstreuten, aus feineren Fasern bestehenden Bündel bilden.

In höher liegenden Ebenen finden wir im Hirnschenkelfuss noch zwei besondere Faserbündel: das eine zieht aus der substantia nigra centralwärts; das andere ist die centrale Fortsetzung zerstreuter

feinkaliberiger innerhalb der Schleifenschicht eingelagerter Fasern, von welchen später genauer die Rede sein wird.

Jenes liegt im medialen Abschnitt des Hirnschenkelfusses zunächst der Substantia nigra, dieses dorsalwärts und dorsolateralwärts von den Pyramidenbündeln.

Es muss hier bemerkt werden, dass die Substantia nigra mit den tiefer unten liegenden Gebilden durch Fasern verbunden ist, welche von ihr zur Haube ziehen. Die weiteren Bahnen dieser Fasern sind uns sicher nicht bekannt.

Wir schliessen damit die Schilderung der centralen, innerhalb des Hirnstammes verlaufenden Fortsetzungen verschiedener Leitungsbahnen des Rückenmarkes, und wenden uns nunmehr zu einer Betrachtung der Faserbündel, welche als centrale Fortsetzung von Gehirnnerven auftreten.

Untersuchen wir Schnitte aus verschiedenen Ebenen der Oblongata und des Pons Varolii, so treten uns hier zahlreiche bogenförmige Fasern entgegen, welche quer durch die Formatio reticularis verlaufen, um sich in der Raphe zu treffen.

Ein Teil der Bogenfasern der Formatio reticularis entsteht aus den Kernen der Hinterstränge und erzeugt die uns bekannte hintere Kreuzung.

Ein zweiter, zum Corpus restiforme aufsteigender Teil gehört den unteren Oliven an und ist später noch gesondert zu besprechen. Die Mehrzahl der übrigen Bogenfasern der Formatio reticularis entspringt teils aus gekreuzten Fasern der letzteren selbst, teils aus den Kernen von Gehirnnerven.

Es ist hier darauf hinzuweisen, dass fast alle Kerne der Gehirnnerven zur Raphe Faserzüge schicken. Ein Teil dieser Fasern begiebt sich zweifellos zu den Wurzeln der anderseitigen Hirnnerven, sofern natürlich eine Kreuzung der letzteren überhaupt stattfindet. Abgesehen davon finden sich sehr zahlreiche, zur Raphe ziehende Fasern, welche aus Kernen von Gehirnnerven entspringen und in keinen direkten Beziehungen zu den Wurzeln der letzteren stehen.

Welches sind die weiteren Bahnen dieser Fasern? und welche Bedeutung kommt ihnen zu?

Wie man durch Untersuchung des erwachsenen und kindlichen Gehirns sich überzeugen kann, kreuzen sich die erwähnten Fasern mit solchen der anderen Seite in der Raphe und verlaufen dann innerhalb der letzteren eine Strecke weit ventralwärts; in der Ebene der Olivenzwischenschicht und der Schleifenschicht treten sie auf beiden Seiten wiederum aus der Raphe heraus. Untersuchen wir das kindliche Gehirn sehr früher Perioden, so erkennen wir, dass diejenigen Fasern, welche aus sensiblen Kernen der Oblongata (glossopharyngeus, vagus etc.) hervorgehen, erst einige Wochen nach der Geburt markhaltig werden; zu einer Zeit, wo innerhalb der Schleifenschicht feinkaliberige, fast in der ganzen Ausdehnung der Hauptschleife zerstreute Faserbündel sich entwickeln. Die aus den motorischen Kernen zur Raphe hinziehenden Fasern entwickeln sich offenbar noch später.

Wir sind demnach zu der Annahme berechtigt, dass die genannten, in der Schleifenschicht zerstreuten Bündelchen feiner Fasern (*lmsn*, Schema 10) aus Kernen sensibler Hirnnerven (glossopharyngeus, vagus etc.) entspringen und daher als centrale Fortsetzungen sensibler Hirnnerven des verlängerten Markes aufzufassen sind (Taf. Fig. IV, V, VI, 10′).[1]

Andererseits ist das accessorische Schleifenbündel, welches in der Ebene der oberen Brückengegend von der medialen Seite her zur Schleifenschicht sich gesellt und sich später entwickelt, als alle übrigen Fasern der letzteren (Schema 10, *lmp*; Taf. Fig. IV, V,

---

[1]) Dass Lage und centraler Verlauf der sensiblen Nerven bei Tieren ein anderes Verhalten darbieten kann, ist selbstverständlich. So gewann Edinger (Anat. Anzeiger. II. 1887. S. 27) durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen an niederen Wirbeltieren die Ueberzeugung, dass die centralen Bahnen der sensiblen Nerven (trigeminus, glossopharyngeus, vagus) sich in der Raphe kreuzen und das Mittelhirn und Zwischenhirn ungefähr in der Gegend des hinteren Längsbündels erreichen.

VI, 26), offenbar als centrale Bahn motorischer Hirnnerven (facialis, hypoglossus etc.) anzusprechen. Dafür zeugen einmal die absteigenden Degenerationen dieses Bündels bei Hirnläsionen mit Beteiligung des Facialis und Hypoglossus; dann aber die besondere Ausbilduug desselben bei solchen Seetieren, denen die Pyramidenstränge gänzlich fehlen.[1])

Wir müssen daher vor allem dem genaueren Verlauf der erwähnten Bündel der Schleife nachgehen.

Was die zerstreuten, innerhalb der Schleifenschicht liegenden Bündelchen feiner Fasern betrifft, so treten sie zuerst in den oberen Regionen der Oblongata auf; und zwar liegen sie hier innerhalb des Teiles der Olivenzwischenschicht, welcher zur Bildung der Hauptschleife dient. Aufwärts nimmt die Zahl dieser Bündelchen zu, besonders in der Ebene der mittleren Brückenregion. Sie verlaufen bis zur Höhe der Grosshirnschenkel innerhalb der Hauptschleife, treten dann, wie ich fand, durch den unteren Abschnitt des lateralen Teils der Substantia nigra aus der Hauptschleife hervor und lagern sich im Hirnschenkelfuss dorsalwärts vom Pyramidenbündel.

Noch weiter aufwärts rücken die betrachteten Fasern mehr und mehr nach den Seiten hinaus; mit dem Pyramidenbündel vereint betreten sie den hinteren Schenkel der inneren Kapsel und begeben sich darauf zum parietalen Gebiet des Grosshirns.

Das accessorische mediale Bündel der Schleifenschicht liegt, wie bereits oben erwähnt wurde, an der medialen Seite der Schleifenschicht. In der Ebene des unteren Abschnittes der Pedunculi cerebri biegt dieses Bündel um den medialen Teil des Hirnschenkelfusses und lagert sich im dritten Viertel der letzteren (von aussen nach innen gezählt), medianwärts vom Pyramidenbündel. Höher oben begiebt es sich zur hinteren Abteilung der inneren Kapsel, wo es hinter dem Knie der letzteren und nach vorn vom Pyramidenbündel liegt.

---

[1]) Spitzka, New-York med. Journ. Oct. 1888.

Aus der inneren Kapsel steigt das accessorische Bündel, wie aus einer Reihe pathologischer Beobachtungen hervorgeht, zur unteren Abteilung der Centralwindungen und zum hinteren Teil der Stirnwindungen empor.

Es sei hier bemerkt, dass die den Akustikuskernen angehörenden centralen Bahnen nicht innerhalb der Hauptschleife in Gesellschaft der Bahnen der übrigen sensiblen Nerven verlaufen; vielmehr erheben sie sich in einem besonderen Bündel, welches eine Strecke weit lateralwärts von der Hauptschleife sich hinzieht und daher laterale Schleife genannt wird (Schema 7; Taf. Fig. III, IV, V, VI. 19).

Aus dem vorderen Kern des Akustikus und dem Tuberculum acusticum, den wichtigsten Endigungspunkten der hinteren Akustikuswurzel, treten Fasern eigentlich nach zweierlei Richtungen aus (Schema 7). Die einen biegen um das Corpus restiforme, wenden sich darauf medial-ventralwärts und überschreiten über dem Corpus trapezoides die Raphe. Weiterhin lagern sie sich dorsalwärts von der anderseitigen oberen Olive, in welcher sie zum Teil unterbrochen werden, und begeben sich dann innerhalb der entgegengesetzten lateralen Schleife zum hinteren Vierhügel.[1]) Die anderen vom vorderen Akustikuskern ausgehenden Fasern kreuzen unter rechtem Winkel die vordere Wurzel des Akustikus und gelangen teils zur gleichseitigen oberen Olive, teils aber umgehen sie die letztere ventralwärts und bilden so den Hauptbestandteil des Corpus trapezoides. Darauf kreuzen sie sich in der Medianlinie mit solchen der anderen Seite und verlaufen dann durch Vermittelung der oberen Olive oder direkt, analog den

---

[1]) Eine beträchtliche Anzahl dieser um das Corpus restiforme umbiegenden Fasern gelangt augenscheinlich auch zur gleichseitigen Olive. Monakow und Andere bezeichnen sie mit Unrecht als striae acusticae. Thatsächlich haben diese bei Tieren deutlich ausgeprägten, beim Menschen aber nur angedeuteten Fasern nichts zu thun mit den wahren striae acusticae s. medullares des Menschen, von welchen oben bei der Schilderung der Wurzeln des Akustikus die Rede war.

vorhin besprochenen Fasern, in der lateralen Schleife zum hinteren Vierhügel.[1])

Neuere Untersuchungen von Held haben unter anderem gezeigt, dass die Zellen des vorderen Akustikuskernes ihre Achsencylinderfortsätze in das Corpus trapezoides hinein entsenden.

Nachdem sie so zu Fasern des Corpus trapezoides geworden, treten diese Fortsätze teils an die beiderseitigen oberen Oliven mit ihren Endverästelungen, teils aber senden sie zur oberen Olive nur Kollateralen und gehen selbst kontinuierlich in die anderseitige Schleife über. Hier geben die Fasern des vorderen Akustikuskerns centralwärts ebenfalls Kollateralen ab, gelangen aber mit ihren Endramifikationen zum Kern des hinteren Vierhügels.

Demnach muss die laterale Schleife als die wichtigste centrale Bahn für die Gehörsempfindungen angesehen werden. Den Kern des hinteren Vierhügels, in welchem die hintere Schleife unterbrochen wird, müssen wir als eine der Stationen ansprechen, welche die Gehörserregungen auf ihrem Wege zum Centrum passieren müssen.[2])

---

[1]) Auf Grund seiner an Meerschweinchen nach der Methode von Marchi ausgeführten Untersuchungen weist neuerdings S. Kirilzew (Med. Rundschau 17. 1892. [Russisch.]) darauf hin, dass die erwähnten, in der oberen Olive unterbrochenen Akustikusfasern Wurzelfasern sind, dass sie mit anderen Worten in den Zellen der Akustikuskerne keine Unterbrechung erfahren. Wie weit das Vorkommen einer unmittelbaren Beziehung des Akustikus zu den oberen Oliven auch für den Menschen in Betracht kommt, werden natürlich weitere Untersuchungen entscheiden müssen. Jedenfalls sind im menschlichen Gehirn Fasern, welche aus dem vorderen Akustikuskern zur entsprechenden oberen Olive und zum Corpus trapezoides hinziehen, sicher vorhanden und ad oculos zu demonstrieren.

[2]) Monakow (Bericht über die 62. Vers. deutscher Naturf. und Ärzte zu Heidelberg) durchschnitt die untere Schleife; es entwickelte sich eine Atrophie der letzteren, welche auf die dorsale Marksubstanz der oberen Olive und von hier durch die Fibrae arciformes der Formatio reticularis auf die anderseitigen striae (s. Anmerkung auf der vorigen Seite) und das Tuberculum acusticum sich erstreckte. Gleichzeitig fand sich auch die obere Olive auf der Seite der Läsion atrophisch. Aufwärts aber war Atrophie des Kerns der lateralen Schleife, des Kerns des entsprechenden hinteren Vierhügels und des zugehörigen Brachium, und ausserdem Atrophie der ventralen Haubenkreuzung nachweisbar. Das Corpus trapezoides war ebenfalls atrophisch, aber nur in geringem Grade.

Was den weiteren Verlauf der centralen Bahn des Akustikus resp. seines Ramus cochlearis betrifft, so muss sie, wie u. a. neuere, nach der Methode der Atrophie und der sekundären Degenerationen ausgeführte Untersuchungen gezeigt haben, durch das hintere Brachium hindurchgehen. Darauf verläuft sie, nach vorheriger Unterbrechung im medialen Kniehöcker, zum Teil vielleicht auch direkt zu den temporalen Regionen des Gehirns.[1])

Die laterale Schleife enthält in ihrem Verlauf eine kleine graue Formation, den sog. Kern der lateralen Schleife (Taf. Fig. VI. *nl*), welcher ganz unzweifelhaft in innigster Beziehung zu den Schleifenfasern steht. Von dem oberen Teil dieses Kerns geht, wie ich an meinen Präparaten feststellte, medianwärts ein Bündelchen feiner Fasern ab, welches beim Menschen nur wenig, bei einigen Tieren (Hund, Katze) aber sehr gut ausgeprägt ist. Dasselbe schlägt darauf eine dorso-mediale Verlaufsrichtung ein, erreicht die laterale Fläche der grauen Substanz des Aquaeductus Sylvii, wendet sich dann entlang dieser Fläche in der Richtung zur Raphe und verschwindet bald aus dem Gesichtsfeld.

Ferner entspringt aus dem Kern des hinteren Vierhügels ein Faserbündel, welches unter dem vorderen Vierhügel hindurch verläuft und dorsalwärts vom sichelförmigen Schleifenbündel gelegen ist. Dieses als obere Schleife [Forel] bekannte Bündel (Taf. Fig. V, VI. 28.) verbirgt sich darauf im hinteren Teil des Thalamus opticus.[2])

Die genannten beiden Bündel dienen, analog den Fasern, welche aus dem vorderen Kern des Akustikus zu den oberen Oliven und

---

Die laterale Schleife enthält nach Monakow: 1. Striafasern (hinteres Feld). 2. Fasern aus der oberen Olive (hinteres Feld). 3. Fasern aus dem lateralen Schleifenkern (centrales Feld). 4. Fasern aus der ventralen Haubenkreuzung (mediales Feld). 5. Kurze Fasern (ventro-laterales Feld).

[1]) Diese Anschauung über den Verlauf der centralen Akustikusbahnen wird auch durch vergleichend-anatomische Untersuchungen (Spitzka) gestützt.

[2]) Von der Verbindung des hinteren Vierhügels mit dem Nucleus reticularis tegmenti und mit der grauen Substanz der Brücke ist bereits oben die Rede gewesen.

von den letzteren zum Abducens ziehen, höchst wahrscheinlich zur Übertragung von Reflexen.

Am Gehirn Neugeborener kann man sich endlich ohne weiteres überzeugen, dass ein Teil der Fasern, welche aus dem Kern des hinteren Vierhügels zum hinteren Brachium verlaufen, über dem Aquaeductus Sylvii eine Kreuzung durchmacht. Das hintere Brachium besteht demgemäss aus Fasern, welche in dem gleichseitigen, und aus solchen, welche in dem anderseitigen Kern des hinteren Vierhügels entspringen.

Ob beide Fasersysteme des hinteren Brachium, d. h. die gekreuzten und die ungekreuzten Fasern zur Fortleitung von Gehörserregungen dienen, oder ob eines dieser Systeme eine andere Bestimmung hat, ist freilich nicht zu entscheiden.

Auch die Annahme, dass die erwähnte Verbindung des Akustikus durch die laterale Schleife, den hinteren Vierhügel und den medialen Kniehöcker mit der Rinde des Temporallappens die centrale Bahn der Gehörerregungen vorstellt, bedarf, trotz ihrer hohen Wahrscheinlichkeit, dringend einer Bestätigung durch das physiologische Experiment.

Bei der Besprechung der centralen Bahnen des Ramus cochlearis acustici können wir nicht umhin, der sog. Striae medullares zu gedenken, welche scheinbar eine Fortsetzung der hinteren Wurzel des Akustikus darstellen (Schema 7, *stra*).

Wir hatten schon bei einer früheren Gelegenheit gesehen, dass die Striae medullares (d. h. die wahren Striae, und nicht jene Bündel, welche unter diesem Namen von Monakow bei Tieren beschrieben wurden)[1]) nicht aus dem Akustikus hervorgehen, sondern offenbar zum Kleinhirn Beziehungen haben. Sie treten aus dem Gehirn in nächster Umgebung des Tuberculum acusticum hervor, ziehen von aussen und hinten her um das Corpus restiforme und dann quer durch das verlängerte Mark zur Raphe, in deren Tiefe sie die

---

[1]) S. Anmerkung zu S. 111.

Medianlinie überschreiten. Innerhalb der Raphe gelangen die Striae medullares bis zur Höhe der Pyramiden, in deren Kern sie zum Teil unterbrochen werden, und gehen von hier in die Fibrae arcuatae anteriores der entgegengesetzten Seite über; als solche sind sie bis zur Ebene der Wurzeln des anderseitigen Akustikus mit Leichtigkeit zu verfolgen. Hier gesellt sich die Fortsetzung der Striae medullares allem Anscheine nach zum Corpus restiforme und begiebt sich, mit letzterem vereint, zum Kleinhirn. Es ist demnach mehr als wahrscheinlich, dass die Striae medullares in Beziehungen zum Kleinhirn stehen; welcher Art diese Beziehungen sind, darüber fehlen uns freilich genauere Kenntnisse.

Bemerkenswert ist, dass in der Ausbildung der Striae medullares bei einzelnen Menschen recht beträchtliche individuelle Abweichungen vorkommen. Zuweilen fehlen die Striae medullares sogar vollständig. Ferner ist auch der Verlauf derselben in der Rautengrube nicht immer der gleiche. In einigen Fällen verlaufen sie nicht transversal, sondern schräg und ziehen von der Raphe strahlenförmig nach aussen. In anderen Fällen senken sie sich nicht in die Raphe ein, sondern begeben sich unter dem Boden des IV. Ventrikels über die Raphe auf die andere Seite.

Diese Abweichungen erklären sich von dem oben über die Natur der Striae ins Auge gefassten Standpunkt aus ohne weiteres; ganz unvereinbar hingegen sind sie mit der Ansicht jener Autoren, welche die Striae medullares als centrale Fortsetzung des Akustikus anzusprechen geneigt sind.

Wir gehen jetzt zur Betrachtung des zweiten Astes des Akustikus, des Ramus vestibularis über. Vor allem ist hierbei im Auge zu behalten, dass aus dem Deitersschen Kern, welcher einen Teil der Fasern des Ramus vestibularis in sich aufnimmt, medianwärts, zur Raphe hin, Faserzüge abgehen. Das weitere Schicksal dieser Fasern ist zwar nicht bekannt, jedoch ist es denkbar, dass gerade sie die centrale Bahn der in den Deitersschen Kern sich einsenkenden Fasern des Ramus vestibularis vorstellen. Was die

anderen in den Nucleus vestibularis eintretenden Fasern des Ramus vestibularis betrifft, so kann man annehmen, dass die centrale Bahn derselben in den Fasern des medialen Abschnitts des hinteren und in denen des vorderen Kleinhirnschenkels zu suchen ist (s. unten).

Die centralen Bahnen des Optikus endlich gelangen nach ihrem Austritt aus dem vorderen Vierhügel und dem Corpus geniculatum laterale in den hinteren Abschnitt des hinteren Teils der Capsula interna; von hier begeben sie sich zu den Grosshirnhemisphären, bei deren Schilderung sie eingehendere Berücksichtigung finden.

Es erübrigt hier noch, diejenigen Fasern des Hirnstamms zu betrachten, welche die Kerne von Hirnnerven mit anderen grauen Bildungen des Stammteils, so wie mit einander zu verknüpfen bestimmt sind.

Von diesen Verknüpfungen sind hier folgende zu berücksichtigen:

Auf Serienschnitten des unteren Teils der Oblongata treten uns zahlreiche Fasern entgegen, welche hinter dem Centralkanal von einer Seite auf die andere hinüberziehen und sich wie Reste der hinteren grauen Kommissur des Rückenmarkes ausnehmen. Bei genauerem Studium gewinnt man leicht die Überzeugung, dass ein Teil dieser Fasern gleichsam eine Kommissur zwischen den Zellen bildet, welche an der vorderen inneren Grenze der Substantia gelatinosa, sowie innerhalb der letzteren sich finden und den wichtigsten Ausgangspunkt der aufsteigenden Trigeminuswurzel darstellen. Ob unter den genannten Fasern auch solche sich finden, welche die sensiblen Kerne des Glossopharyngeus mit einander verbinden, ist nicht bekannt; jedoch sei hier erwähnt, dass neuerdings von Koch zwischen beiden solitären Bündeln Associationsfasern beschrieben sind, welche höchstwahrscheinlich zur gegenseitigen Verknüpfung der beiden Glossopharyngeuskerne dienen.

Bezüglich der Akustikuskerne ist zu bemerken, dass zwischen den beiden vorderen Kernen des Ramus vestibularis offenbar Associationsfasern existieren, welche im Corpus trapezoides verlaufen

Andererseits gehen, wie wir sahen, von jedem vorderen Kern Fasern aus, welche zwar ebenfalls sich zum Corpus trapezoides gesellen, aber in der entsprechenden oberen Olive verschwinden.

Die Faserung des Corpus trapezoides erscheint demnach äusserst kompliziert; es enthält mindestens mehrere Faserarten. Die einen stammen, wie gesagt, aus dem vorderen Kern des Akustikus und begeben sich kontinuierlich oder durch das Bindeglied der oberen Olive zur lateralen Schleife der entgegengesetzten Seite.

Andere dienen zur Bildung einer Kommissur zwischen beiden vorderen Akustikuskernen. Noch andere gehen aus dem vorderen Akustikuskern kontinuierlich in die obere Olive der entsprechenden Seite über; letztere aber schickt ihrerseits zum Corpus trapezoides Fasern, welche in die anderseitige laterale Schleife sich fortsetzen. Ausserdem gesellt sich zum Corpus trapezoides aus dem Kleinhirn, durch den medialen Abschnitt des hinteren Kleinhirnschenkels, noch ein besonderes Bündel, welches zu den oberen Oliven sich begiebt. Dieses Bündel wird uns in nachstehendem noch beschäftigen.

Auch die von mir beschriebenen, am lateralen Winkel der Rautengrube gelegenen Kerne, welche die Endigungen des vestibularen Astes des Akustikus in sich aufnehmen, sind ebenfalls durch ein besonderes Bündel mit einander verknüpft, wie man sich durch Untersuchung des fötalen Hirnes überzeugen kann. Dieses Bündel bildet den ventralen Abschnitt des vorderen Kleinhirnschenkels; es beteiligt sich aber nicht an der Kreuzung des letzteren, vielmehr überschreitet es etwas hinter dieser Kreuzung in Form einer Kommissur die Raphe. Da dieses Bündel nach hinten hin nur bis zu den erwähnten Kernen zu verfolgen ist, so muss man schliessen, dass es eine Kommissur zwischen den letzteren bildet.

Was die motorischen Kerne betrifft, so kennen wir Associationsfasern, welche beide Kerne des Hypoglossus mit einander verbinden. Ausserdem sind unlängst von Koch Faserzüge beschrieben worden, welche in nächster Nachbarschaft des Hypoglossuskerns sich finden

und dazu dienen, die einzelnen Teile des letzteren der Länge nach mit einander zu verknüpfen.[1])

Von den zur Augenbewegung in Beziehung stehenden Kernen wissen wir zunächst, dass der Kern des Abducens durch zahlreiche Fasern mit der entsprechenden oberen Olive verbunden ist, eine Thatsache, auf welche ich bereits im Jahre 1885 hingewiesen habe.[2])

Abgesehen hiervon sind die Kerne aller, die Augenbewegungen beherrschender Nerven (Abducens, Trochlearis, Okulomotorius) unter einander durch Fasern verknüpft, welche innerhalb des hinteren Längsbündels verlaufen. Diese Fasern entwickeln sich etwas später, als die übrigen Fasern des hinteren Längsbündels, zeichnen sich den letzteren gegenüber durch ein feineres Kaliber aus, und liegen mehr in den lateralen Gebieten desselben.[3])

Wir haben hier noch der Verbindungen des vorderen Vierhügels zu gedenken, jener Formation, in welcher die Fasern des Nervus opticus endigen. Es unterliegt keinem Zweifel, dass der vordere Vierhügel mit den Kernen der für die Augenbewegungen bestimmten Nerven verbunden ist.

Diese Verknüpfung geschieht durch Vermittelung von Faserzügen, welche aus der grauen Substanz des vorderen Vierhügels hervorgegangen, radienartig zum Grau des Aquaeductus Sylvii hin-

---

[1]) Forel (l. c.) stellt übrigens die Existenz dieser Fasern in Abrede. Er nimmt an, dass um den Kern biegende Wurzelfasern des Hypoglossus von Koch für Associations- oder Kommissurenfasern gehalten worden sind.

[2]) W. Bechterew: Über die Verbindung der oberen Oliven und ihre wahrscheinliche physiologische Bedeutung. „Arzt“ 1885 (russisch). Ref. in Neurol. Centralbl. 21. 1885.

[3]) Nach den Untersuchungen von Duval und Laborde besteht, wie wir oben erwähnten, eine gekreuzte Verbindung der Abducenskerne mit den Kernen des Okulomotorius. Die neueren Arbeiten von Nusbaum bestätigen zwar die Existenz von Fasern, welche vom Kern des Abducens und Trochlearis zum hinteren Längsbündel ziehen und die ich auch auf meinen Präparaten nachweisen kann; allein sie haben nichts ergeben, was in überzeugender Weise für eine gekreuzte Verbindung der erwähnten Kerne mit dem Okulomotoriuskern sprechen würde. (Wien. med. Jahrb. 1887.)

ziehen, und nachdem sie so zu Bestandteilen der tiefen Markschicht des vorderen Vierhügels geworden, die sog. fontänenförmige Kreuzung Meynerts (s. oben) bilden. Ein gewisser Teil dieses Fasersystems wendet sich, wie man an geeigneten Präparaten sehen kann, nach Erreichung der Mittellinie dorsalwärts und gelangt zu den Kernen des Okulomotorius und zum hinteren Längsbündel.

Die Beziehungen des genannten Fasersystems zum roten Kern und zur Formatio reticularis sind oben bereits geschildert worden, wir können dieselben hier füglich übergehen.

An dieser Stelle sei noch bemerkt, dass aus der Substantia nigra, insbesondere aus deren äusseren Bezirken, recht ansehnliche Faserzüge hervorgehen, welche durch das Gebiet der Schleife zum vorderen Vierhügel hinziehen. Übrigens ist über die genauere Endigung dieser Fasern unseres Erachtens gegenwärtig noch nichts sicher Feststehendes bekannt.

Im Anschluss an die geschilderten, zur Verbindung von Gehirnnervenkernen mit anderen grauen Bildungen des Hirnstammes dienenden Fasern können wir nicht umhin, des dorsalen Längsbündels Erwähnung zu thun, welches in der grauen Substanz des Aquaeductus Sylvii und der Rautengrube sich hinzieht.

Dieses aus feinen Fasern bestehende Bündel verläuft innerhalb der centralen grauen Substanz durch den gesammten Hirnstamm und steht nach Schuetz mit den Kernen sämmtlicher Gehirnnerven und vielen anderen grauen Bildungen in Verbindung. Seine oberen Verästelungen sind bis zur Gegend des Infundibulum zu verfolgen; sie erreichen hier die Kerne des Tuber cinereum, den Thalamus opticus, das Ganglion habenulae, das Ganglion basale opticum, das Corpus subthalamicum und die Linsenkernschlinge.

In der Gegend des Aquaeductus Sylvii findet sich das dorsale Längsbündel mehr oder minder zerstreut innerhalb der centralen grauen Substanz. Hierbei senkt sich ein Teil seiner Fasern in die hintere Kommissur ein, ein anderer durch das Dach des Aquäduktus in den vorderen und hinteren Vierhügel, ein dritter Teil endlich

begiebt sich durch das Velum medullare anterius offenbar auch zum Kleinhirn. Die Hauptmasse der Fasern aber zieht in der grauen Substanz des Aquäduktus in der Längsrichtung weiter und gelangt zu den grauen Massen der Rautengrube. Hier sind sie dicht bis zur Vagusgegend innerhalb der grauen Substanz zerstreut anzutreffen. Dann rücken die Fasern des Längsbündels dichter aneinander und bilden in der Nachbarschaft des Hypoglossus das Kochsche Markfeld. Nach Formirung des Centralkanals endlich lagern sie sich um letzteren in Form einer Schicht feiner Längsfasern.

Abgesehen von der Verbindung mit den Kernen sämmtlicher Gehirnnerven und den anderen erwähnten Formationen gehen Faserzüge des dorsalen Längsbündels auch in die Formatio reticularis und sogar in das Netz der Vorderhörner über.

IV. Kapitel.

Von der Faserung des Kleinhirns.

Das Kleinhirn findet sich bekanntlich über dem verlängerten Mark als ein besonderer Anhang des letzteren. Seine graue Substanz liegt teils oberflächlich in Form einer Rindenschicht, teils in der Tiefe in Gestalt besonderer Kerne, die man als centrale Kleinhirnkerne bezeichnet (Taf. Fig. III und VI). Von den letzteren nennen wir den gezahnten Kern (Corpus dentatum — *cd*), den Dachkern Stillings (*nt*), den Kugelkern (Nucl. globosus — *ng*) und den Pfropf (Embolus — *em*). Die gesamte übrige Masse des Kleinhirns ist von weisser Substanz ausgefüllt, welche sich in die drei grossen, aus dem Kleinhirn austretenden Schenkel — den hinteren, mittleren und vorderen Kleinhirnschenkel — fortsetzt.

Ehe wir zur Betrachtung der Kleinhirnfaserung übergehen, müssen wir, wenigstens in aller Kürze, die Frage über die Beziehungen des Kleinhirns zur motorischen Sphäre, in specie zur Funktion der Gleichgewichtserhaltung, berühren, wobei wir die Bedeutung des Kleinhirns für das psychische Leben ganz unerörtert lassen wollen.

Seit den berühmten Untersuchungen von Flourens war das Kleinhirn als ein Organ erkannt worden, welchem bei der Koordination der das Körpergleichgewicht beherrschenden Bewegungen eine wichtige Rolle zukommt. Die Thatsachen, welche zuerst von

Flourens durch Zerstörung des Kleinhirns am Tier festgestellt wurden, sind in ihren Grundzügen noch gegenwärtig massgebend. Die operierten Tiere sind unfähig geworden, ihr Körpergleichgewicht in normaler Weise zu erhalten, haben die Neigung, beständig zu fallen oder sich nach einer bestimmten Richtung zu drehen; gleichzeitig bestehen eigenartige Abweichungen der Augenachsen mit den Erscheinungen des Nystagmus.

Ganz analoge Störungen der Motilität sind auch beim Menschen in Fällen von Läsion des Kleinhirns beobachtet worden. Die durch das Tierexperiment gewonnenen Thatsachen lassen sich daher in durchaus exakter Weise auch auf den Menschen übertragen.

Flourens war wiederum der erste, der die Erscheinungen studierte, welche nach Durchschneidung der halbzirkelförmigen Kanäle des häutigen Labyrinths auftreten. Es ergab sich, dass die nach Durchschneidung der Bogengänge bei den Tieren auftretenden Motilitätsstörungen mit jenen motorischen Phänomenen übereinstimmten, welche man nach Entfernung verschiedener Kleinhirngebiete zu beobachten Gelegenheit hat.

Aus diesen Beobachtungen, welche durch die Mehrzahl der späteren Forscher und auch durch mich bestätigt wurden, konnte man den Schluss ziehen, dass das Gleichgewicht des Körpers nicht ausschliesslich von der Thätigkeit des Kleinhirns abhängig ist, zumal ausser diesem letzteren im Nervensystem noch ein zweites, demselben Zweck dienendes Organ existiert. Im Geiste der Physiologen erstand unwillkürlich der Gedanke, es müsse zwischen halbzirkelförmigen Kanälen und Kleinhirn eine innige funktionelle und anatomische Zusammengehörigkeit bestehen. Dieses veranlasste einige Physiologen, die Bogengänge als „peripheres Organ der Gleichgewichtserhaltung“ zu bezeichnen; dadurch waren bis zu einem gewissen Grade ihre Beziehungen zum Kleinhirn, als dem Centralorgan der Gleichgewichtsfunktionen, gekennzeichnet.

Allein eine genauere Erkenntnis der Gleichgewichtsfunktionen des Kleinhirns war einer späteren Zeit vorbehalten, einer Zeit, wo

noch andere Organe ermittelt wurden, welche in nicht geringerem Masse bei der Erhaltung des Körpergleichgewichts beteiligt sind, als die halbzirkelförmigen Gänge des Labyrinths.

Ich konnte nachweisen, dass bei Tieren Läsionen im Bereich des III. Ventrikels[1]), sowie im Gebiet der unteren Oliven ganz analoge Motilitätsstörungen im Gefolge haben, wie die erwähnten Läsionen der Bogengänge und des Kleinhirns; d. h. die operierten Tiere haben die Fähigkeit eingebüsst, ihr Körpergleichgewicht zu erhalten, es treten verschiedenartige Zwangsbewegungen, kombiniert mit dem Symptom des Nystagmus, in die Erscheinung. Weiterhin ist durch von mir ausgeführte Versuche dargethan worden, dass auch Zerstörung resp. Durchneidung der von den genannten Organen zum Kleinhirn ziehenden Bahnen (wie Läsion bestimmter Teile der Haube des Pedunculus cerebri und des hinteren Kleinhirnschenkels, sowie Durchschneidung des Akustikus), von ganz analogen Motilitätsstörungen begleitet wird.[2])

Endlich lehren klinische Beobachtungen, dass Läsionen des Rückenmarkes nicht selten mit hochgradigen Störungen des Körpergleichgewichts einhergehen. Auch bei Tieren lassen sich, wie ich feststellen konnte, durch Kontinuitätstrennung der Hinterstränge sehr auffallende Alterationen der Gleichgewichtsfunktionen hervorrufen. Andere Thatsachen sprechen dafür, dass ähnliche Erscheinungen sich auch dann geltend machen können, wenn nur sensible Nerven resp. ihre Endigungen in der Haut geschädigt sind. So verlieren Frösche, denen man die Haut der Fusssohle entfernt hat, bekanntlich die Fähigkeit, ihren Körper im Gleichgewicht zu erhalten. Auch nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln kann man sehr charakte-

[1]) Streng anatomisch lässt sich dieser „Bereich des III. Ventrikels“ nicht definieren, weil das physiologische Experiment uns keinen genaueren Aufschluss giebt, um welche grauen Nester im Speciellen es sich hier handelt.

[2]) Ähnliche Störungen der Motilität kann man auch bei Läsionen des mittleren Kleinhirnschenkels beobachten, im welchem, wie wir anzunehmen veranlasst sind, die centrifugalen Kleinhirnbahnen verlaufen.

ristische Störungen des Gleichgewichts nachweisen, — und nach künstlicher Hervorrufung einer Anästhesie der Fusssohlen des Menschen tritt nach den Versuchen von Vierordt ein sehr auffallendes Hin- und Herschwanken des Körpers auf.

Diese Thatsachen berechtigen uns zu dem Schluss, dass auch die bei Rückenmarkzerstörungen auftretenden Alterationen des Körpergleichgewichts auf Unterbrechung centripetaler Bahnen beruhen, welche die Impulse von der Hautoberfläche dem Centralorgan zuführen.

Wir ersehen aus vorstehender Darstellung, dass wir in den erwähnten Gebieten: den halbzirkelförmigen Kanälen des häutigen Labyrinths, den grauen Massen in der Gegend des III. Ventrikels (aus welchen, wie wir oben bei der Schilderung der centralen Haubenbahn sahen, ein starkes Faserbündel kontinuierlich zu den unteren Oliven sich begiebt), endlich in der Hautoberfläche des Körpers — Organe zu suchen haben, welche einmal zum Kleinhirn als Centralapparat in innigster funktioneller Beziehung stehen und andererseits insgesamt demselben gemeinschaftlichen Zweck — der Erhaltung des Körpergleichgewichts — dienen.

Schon die Mechanik des Körpergleichgewichts, soweit sie aus physiologischen Thatsachen sich herleitet, zwingt uns zu der Annahme, dass von den erwähnten Organsystemen ausgehende Bahnen dem Kleinhirn centripetale Impulse zuführen, welche hier reflektorisch auf centrifugale resp. motorische Fasern übertragen werden. Dass das Kleinhirn in der That über ein selbständiges System centrifugaler Bahnen verfügt, dafür haben wir handgreifliche Beweise. Denn Tiere (z. B. Vögel), bei welchen alle oberhalb des Kleinhirns liegenden Teile (mit alleiniger Ausnahme der in nächster Umgebung des III. Ventrikels befindlichen grauen Massen und deren Verbindungen mit dem Kleinhirn) ausgeschaltet werden, können ihr Körpergleichgewicht in ganz normaler Weise regieren. Dagegen haben schon minimalste Verletzungen des Kleinhirns den Erfolg, dass prägnante Störungen des Gleichgewichts sich geltend machen.

Es wäre jedoch durchaus unberechtigt, wollten wir die „Organe des Körpergleichgewichts“ ausschliesslich als Reflexcentren auffassen. Im Gegenteil, die klinische Analyse der Fälle von Läsion des Kleinhirns, der Bogengänge und der Region des III. Ventrikels ergiebt, dass neben dem gestörten Körpergleichgewicht bei den betreffenden Kranken sehr auffallende Störungen des subjektiven Wohlbefindens mit dem Symptom des Schwindelgefühls sich ausbilden. Ähnliche Erscheinungen lassen sich bekanntlich auch durch transversale Applikation des konstanten Stromes am Kopf in der Gegend des Kleinhirns hervorrufen.

Das Schwindelgefühl kann in diesen Fällen nicht etwa auf Motilitätsstörungen bezogen werden, welche im Gefolge der Alteration der erwähnten Organe sich ausbilden. Vielmehr spricht, wie ich in einer meiner Arbeiten dargelegt habe, das Vorkommen derselben unter diesen Umständen dafür, das die sog. „Organe des Gleichgewichts“, abgesehen von ihrer Reflexthätigkeit, bestimmt sind, gewisse Empfindungen zu percipieren, die uns über Lage und Bewegung unseres Körpers im Raum unterrichten. Diese im Verein mit dem Muskelsinn unseren Vorstellungen vom Raum[1]) zu Grunde liegenden Empfindungen müssen unzweifelhaft durch besondere centripetale Bahnen vom Kleinhirn auf das Organ des Bewusstseins, die Hemisphären des Grosshirns, übertragen werden.

Endlich lehrt die alltägliche Erfahrung, dass das Gleichgewicht des Körpers auch dem Einfluss des Willens nicht ganz entzogen ist. Im Gegenteil, bis zu einem gewissen Grade vermögen unsere Willensimpulse in den Reflexapparat der Gleichgewichtserhaltung einzugreifen und die Bedingungen seiner Thätigkeit nach bestimmten Richtungen zu modifizieren. Dieses zwingt uns zu dem Schluss dass die Grosshirnhemisphären auch durch centrifugale Bahnen mit dem Kleinhirn, dem Centralorgan des Körpergleichgewichts, verbunden sein müssen.

---

[1]) S. meine Abhandlung im „Journal f. klin. und forens. Psychiatrie.“ (Russisch.) 1884.

Die angeführten Erwägungen über die funktionellen Verhältnisse des Kleinhirns und der mit ihm verbundenen Organe sind für das Thema dieses Kapitels insofern von Wert, als zum vollen Verständnis der Verknüpfungen des Kleinhirns und deren Bedeutung die Bekanntschaft mit den Verrichtungen dieses Hirnteils unseres Erachtens conditio sine qua non ist. Mehr als irgendwo kommen der anatomischen Wissenschaft auf diesem Gebiet die Hilfsmittel der Physiologie zu Gute; denn nur mit Hilfe der Physiologie lassen sich die gegenseitigen Beziehungen der bei der Gleichgewichtserhaltung beteiligten Organe ermitteln.

Wir sahen eingangs dieses Abschnitts, dass die weissen Massen des Kleinhirns sich in die drei aus diesem austretenden Schenkel — den hinteren, mittleren und vorderen Kleinhirnschenkel — fortsetzen. Durch diese letzteren steht das Kleinhirn also in kontinuierlichem Zusammenhang einmal mit dem Rückenmark, und zweitens mit den Kernen des Hirnstamms. Dies ist gleichzeitig der Weg, auf welchem zahlreiche periphere Bahnen das Kleinhirn erreichen.

Mit dem Rückenmark, resp. mit der Körperoberfläche ist das Kleinhirn durch Fasern verbunden, welche Bestandteile des hinteren Kleinhirnschenkels bilden. In letzterem können wir zwei Hauptabschnitte unterscheiden: einen lateralen, den sog. Strickkörper (Corpus restiforme), und einen medialen Abschnitt. In jenem verlaufen alle Fasern, welche das Kleinhirn mit dem Rückenmark und den unteren Oliven verbinden, in diesem solche, welche den Zusammenhang des Kleinhirns mit dem Akustikus und den oberen Oliven gewährleisten. Wir wollen hier zunächst die laterale Abteilung des hinteren Kleinhirnschenkels betrachten (Schema 11).

Am ehesten von allen Fasern dieser Abteilung entwickeln sich die des sog. Kleinhirnseitenstrangbündels, welche längs der freien Fläche des verlängerten Markes kontinuierlich zum Strickkörper emporsteigen (Schema 11, 2; Taf. Fig. I, II, VI. 3).

Die Lageverhältnisse des Kleinhirnseitenstrangbündels haben wir bei der Schilderung der Rückenmarkfaserung bereits erörtert und

können in dieser Beziehung auf das betreffende Kapitel verweisen. Ebendaselbst hatten wir festgestellt, dass dieses Bündel aus dem Grau der Clarkeschen Säulen entspringt, und zwar mit der Hauptmasse seiner Fasern aus dem oberen Bereich der Lendenanschwellung und dem unteren Dorsalmark. Es verläuft weiterhin längs der lateralen Fläche des Rückenmarkes aufwärts, gelangt, wie gesagt, zur Medulla oblongata und geht dann in das Corpus restiforme über, mit welchem es sich zum Kleinhirn begiebt.

Will man sich über die cerebellare Endigung des Kleinhirnbündels ein Urteil verschaffen, so sind hierzu Früchte von ca. 25 bis 27 cm Länge, bei welchen alle Teile der Kleinhirnhemisphären noch markfrei sind, das geeignetste Untersuchungsobjekt. Die betreffenden Serienschnitte belehren uns ohne weiteres darüber, dass das Gros der Kleinhirn-Seitenstrangfasern medianwärts vom vorderen Teil des Corpus dentatum vorbeizieht und im vorderen Bereich der Rinde des Oberwurms der entsprechenden Seite endet. Zu dem gleichen Ergebnis gelangte Monakow auf Grundlage der Untersuchungen nach Atrophie-Methode: er fand, dass bei jungen Tieren nach einseitiger Kontinuitätstrennung des oberen Halsmarkes im Laufe der Zeit Atrophie der entsprechenden Hälfte des Oberwurms sich ausbildete.

Im lateralen Abschnitt des hinteren Kleinhirnschenkels sind ausser dem Kleinhirnseitenstrangbündel noch Fasern enthalten, welche aus dem vorderen und hinteren Seitenstrangkern, aus dem lateralen Kern des Keilstrangs, aus dem Kern des zarten Strangs und endlich aus den unteren Oliven dem Kleinhirn zufliessen.

Die aus dem vorderen und hinteren Seitenstrangkern hervorgehenden Fasern (Schema 11, 3, 4; Taf. Fig. II, III, VI, 34) verlaufen im entsprechenden Corpus restiforme vereint mit den Fasern des Kleinhirnbündels, von welchem sie sich durch feineres Kaliber und spätere Entwickelung unterscheiden. Auch innerhalb des Kleinhirns bleiben sie dem Kleinhirnbündel benachbart und be-

geben sich zum vorderen Bereich des Oberwurms, um hier zu endigen.[1])

Die aus dem lateralen Kern des Keilstrangs stammenden Fasern (Schema 11, 5; Taf. Fig. II, III, VI, 2‴) ziehen zunächst als fibrae externae posteriores zum entsprechenden Corpus restiforme und gesellen sich im Kleinhirn zu den Fasern der Seitenstrangkerne.[2]) Sie gelangen dann zum vorderen Abschnitt des Oberwurms, und entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen lehren, dass sie, ähnlich dem Kleinhirnseitenstrangbündel, hier ihre Endigung finden.

Mit den Kernen der zarten Stränge steht das Kleinhirn einmal in einem direkten, und zweitens auch in einem gekreuzten Zusammenhang. Die direkte Verbindung geschieht durch Fasern, welche analog den Fasern der Keilstränge in die Fibrae arcuatae posteriores übergehen (Schema 11, 7; Taf. Fig. II, 11′), die gekreuzte durch Faserzüge, welche nach dem Austritt aus ihrem Kern zunächst zu Bestandteilen der hinteren oder oberen Kreuzung werden und darauf durch die Olivenzwischenschicht zur anderseitigen Pyramide sich begeben. Weiterhin ziehen sie als fibrae arcuatae s. zonales anteriores längs der freien Fläche des verlängerten Markes zum Corpus restiforme und betreten dann das Kleinhirn (Schema 11, 6; Taf. Fig. II, VI, 11).[3])

Im Kleinhirn verlaufen diese Fasern, wie ich gefunden habe, als kompaktes Bündel lateralwärts vom vorderen Teil des Corpus dentatum, wenden sich hier im Bogen medianwärts und erreichen den lateralen Abschnitt des entsprechenden Oberwurms.

---

[1]) Auch durch die Methode der Atrophie lässt sich der Zusammenhang des Kleinhirns mit dem vorderen Seitenstrangkern nachweisen; denn nach Zerstörung einer Kleinhirnhälfte kann man bei jungen Tieren ausgeprägte Atrophie dieses Kerns beobachten.

[2]) Es ist zu bemerken, dass aus dem lateralen Kern des Keilstrangs auch innere Bogenfasern stammen; ob diese zur entgegengesetzten Kleinhirnhälfte ziehen oder eine andere Richtung einschlagen, ist nicht bekannt.

[3]) Diese Fasern erfahren auf ihrer Bahn höchstwahrscheinlich eine teilweise Unterbrechung im anderseitigen Nucleus arciformis.

Mit den unteren Oliven endlich besitzt das Kleinhirn eine gekreuzte Verbindung durch zahlreiche Fasern (1 und 8, Schema 11; 36, Taf. Fig. II, III, VI), welche von den Oliven medianwärts ziehen und nach Kreuzung in der Raphe als Fibrae arcuatae anteriores externae und internae zum entgegengesetzten Corpus restiforme sich begeben.

Zu Gunsten einer gekreuzten Beziehung der Oliven zum Kleinhirn sprechen auch Fälle alter Herderkrankungen in einer Kleinhirnhälfte, in welchen man Atrophie der entgegengesetzten Olive hat nachweisen können. Ferner ist bekannt, dass nach experimenteller Zerstörung einer Kleinhirnhemisphäre bei jungen Tieren im Laufe der Zeit sehr hochgradige Atrophie der anderseitigen Olive sich entwickelt.[1])

Über den Verlauf der aus den Oliven stammenden Fasern innerhalb des Corpus restiforme und des Kleinhirns kann man durch Untersuchung des Hirns der Neugeborenen, in welchem diese Fasern nur von einer ausserordentlich zarten Markhülle bekleidet sind, folgendes ermitteln. Anfänglich nehmen die Olivenfasern die medialen Bezirke des Corpus restiforme ein. Auf ihrem Weg zum Kleinhirn jedoch rücken sie stetig lateralwärts hinaus, und dieses hat zur Folge, dass sie schon im oberen Teil des Corpus restiforme die früh angelegten

---

[1]) In diesem Sinne können auch die Fälle von einseitiger Atrophie der Kleinhirnhemisphären beim Menschen verwertet werden. Unlängst konnte Cramer (Beiträge zur pathol. Anatomie und zur allg. Pathol. XI. 1. 1891) in einem Fall von Kleinhirnatrophie, abgesehen von Veränderungen des mittleren Kleinhirnschenkels und der Brücke (auf welche wir bei einer späteren Gelegenheit noch zurückkommen) folgenden Befund erheben: Das Corpus restiforme war fast überall gleichmässig atrophisch; die Hinterstrangkerne erwiesen sich auf beiden Seiten ergriffen; ferner fanden sich atrophisch: ein Teil der Seitenstränge, der Kern der letzteren, sowie die entgegengesetzte untere Olive. Die Schleife und die Kerne des Akustikus waren unverändert. Andererseits beobachtete Marchi (Rivista di freniatria. XVI. 3. 1891) nach experimentellen Zerstörungen des Kleinhirns, ausser Degeneration der Kleinhirnschenkel, Atrophie des gleichseitigen und anderseitigen hinteren Längsbündels, absteigende Degeneration der entsprechenden Schleife und der Peripherie der Vorder-Seitenstränge. Übrigens stehen diese Befunde in der Literatur ganz vereinzelt da.

Bündel des Strickkörpers allseitig umgeben und vollends vor ihrem Eintritt in das Kleinhirn an der äusseren Fläche des Corpus restiforme angetroffen werden. Im Kleinhirn selbst begeben sich die Olivenfasern, wie ich gefunden habe, hauptsächlich zum Corpus dentatum, in welches sie vorzugsweise von der lateralen Seite her sich einsenken (36, Taf. Fig. III, VI). Übrigens ist es denkbar, dass ein Teil der aus den unteren Oliven stammenden Fasern lateralwärts am Corpus dentatum vorbeigeht und direkt zur Kleinhirnrinde gelangt.

Die unteren Oliven stehen, wie wir im vorigen Kapitel sahen, durch die centrale Haubenbahn in Verbindung mit den grauen, der Gegend des III. Ventrikels benachbarten Massen; es sind daher die Fasern, welche von den Oliven zum Kleinhirn ziehen, nur eine weitere Fortsetzung der centralen Haubenbahn.

Dass dem so ist, dafür spricht nicht allein der Umstand, dass wir keine anderweitigen Verbindungen der Oliven kennen, sondern in viel höherem Masse die Thatsache, dass die Faserzüge der centralen Haubenbahn und die Fasern, welche die unteren Oliven mit dem Kleinhirn verknüpfen, nahezu gleichzeitig, d. h. ungefähr zu Ende des intrauterinen Lebens der Frucht, ihre Markscheiden erhalten.

Wir haben unsere Aufmerksamkeit jetzt jenen Fasern zuzuwenden, welche Bestandteile des medialen Abschnittes des hinteren Kleinhirnschenkels bilden. Wie erwähnt, sind dies Faserzüge, welche das Kleinhirn mit dem Akustikus und den oberen Oliven verknüpfen.

Über den Zusammenhang des Kleinhirns mit dem Akustikus oder vielmehr mit dessen Ramus vestibularis und den halbzirkelförmigen Kanälen des Labyrinths steht in anatomischer Hinsicht folgendes fest:

Der Ramus vestibularis nervi acustici, welcher im Vorhof und in den halbzirkelförmigen Kanälen sich verästelt, repräsentiert einen durchaus selbständigen Ast, welcher neben dem anderen Bestandteil des Akustikus, dessen Ramus cochlearis, verläuft, und wie ich fand, dem letzteren in der Entwickelung etwas vorangeht. Central-

wärts setzt sich der Ramus vestibularis, wie ich zuerst nachgewiesen habe, in die s.g. vordere Wurzel des Akustikus fort, während die hintere Wurzel aus der Fortsetzung des Ramus cochlearis acustici hervorgeht. Demgemäss sind die Verästelungen der vorderen Wurzel im Gehirn nichts anderes, als die centralen Endigungen des Ramus vestibularis nervi acustici.

Wie wir bei einer früheren Gelegenheit festgestellt haben, wendet sich ein Teil der Fasern der vorderen Wurzel innerhalb des mit den Längsfaserzügen der Formatio reticularis verbundenen Deitersschen Kerns abwärts. Ein anderer Teil endigt in dem von mir beschriebenen, am lateralen Winkel der Rautengrube gelegenen Nucleus vestibularis.

Der letztgenannte Kern lässt seinerseits Faserzüge hervorgehen, welche im medialen Abschnitt des Corpus restiforme zum Kleinhirn emporsteigen (41. Taf. Fig. III und VI). Diese Faserzüge verlaufen unmittelbar lateralwärts von den Fasern des vorderen Kleinhirnschenkels, zum Teil aber zwischen den letzteren, und begeben sich dann zum Nucleus globosus und zum Dachkern der entsprechenden Kleinhirnseite.

Wie alle anderen centralen Kerne des Kleinhirns, so hängen auch die genannten Kerne mit der Kleinhirnrinde, speciell dem Bereich des entsprechenden Oberwurms, direkt zusammen (43, 44. Taf. Fig. III, VI). Daraus geht hervor, dass der Ramus vestibularis acustici durch Vermittelung des Nucleus vestibularis und der Zellen des Nucleus globosus und des Dachkerns mit der Kleinhirnrinde verknüpft ist. Übrigens geht ein Teil der vom Nucleus vestibularis entspringenden Fasern allem Anschein nach auch direkt zur Kleinhirnrinde.

Auch der Deiterssche Kern entsendet Faserzüge, welche durch den medialen Abschnitt des Kleinhirnschenkels zum Bereich des Oberwurms der entsprechenden Seite aufsteigen.

Die Fasern, welche Kleinhirn mit oberen Oliven verbinden (21, Taf. Fig. III, VI), können am leichtesten bei Früchten von

ca. 28 cm Länge zur Anschauung gebracht werden, da sie hier bereits eine recht ansehnliche Markscheide aufweisen.

Diese Faserzüge entspringen in den Dachkernen des Kleinhirns. Nach ihrem Austritt kreuzen sie sich über und zwischen den letzteren in der Medianlinie, biegen um die Aussenseite des vorderen Kleinhirnschenkels und steigen als völlig gesondertes Bündel im medialen Abschnitt des Pedunculus cerebelli posterior bis zur Höhe des Trigeminuskerns herab; teils direkt, teils indem sie diesen Kern von aussen umgehen, gelangen sie dann zur oberen Olive der entsprechenden Seite.[1])

Die Fasern des mittleren Kleinhirnschenkels beginnen in der Rinde und in den grauen Kernen des Kleinhirns und enden in den Zellen der Brücke und der Formatio reticularis. Durch Untersuchung des kindlichen, einige Wochen alten Gehirns habe ich feststellen können, dass man im mittleren Kleinhirnschenkel zwei getrennte Bündel zu unterscheiden hat: ein spinales und ein cerebrales

---

[1]) Nach Edinger (Bericht d. Vers. Süd-Westdeutsch. Neurol. und Irrenärzte in Baden. 1886. S. auch Neurol. Centralbl. 1885, pag. 73) repräsentiert der grösste Teil dessen, was wir als medialen Abschnitt des hinteren Kleinhirnschenkels bezeichnen, eine aus dem Kugelkern und Dachkern hervorgehende direkte sensorische Kleinhirnbahn. In derselben sollen Fasern aus dem Akustikus, Trigeminus, Vagus, Glossopharyngeus und Fasern aus den Hinterstrangkernen enthalten sein. Letztere sind nach Edinger identisch mit der aufsteigenden Wurzel des Akustikus, welche innerhalb des in die Bahn des direkten sensorischen Kleinhirnbündels eingeschalteten Deitersschen Kerns aufwärts zieht. Diese Ansicht ist jedoch nicht unanfechtbar. Das Studium des fötalen Gehirns ergiebt ohne weiteres, dass keiner der Gehirnnerven ununterbrochen zum Kleinhirn aufsteigt; von den Kernen der Gehirnnerven aber schickt nur der des Akustikus zum Kleinhirn Fasern. Dass dagegen auch andere Gehirnnerven, speciell der Trigeminuskern, Fasern zum Kleinhirn abgeben, ist wenigstens durch die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung nicht nachweisbar, und sind auch durch andere Untersuchungsmethoden, soviel ich weiss, keine überzeugenden Beweise für das Vorhandensein solcher Fasern erbracht worden. Was endlich die Verbindung der Hinterstrangkerne mit dem Kleinhirn betrifft, so wird sie, wie es scheint, ausschliesslich durch Fasern des lateralen Abschnittes des hinteren Kleinhirnschenkels hergestellt. Die absteigende Akustikuswurzel besteht dagegen thatsächlich als solche, und dient nicht, wie Edinger annimmt, zur Verbindung der Hinterstrangkerne mit dem Kleinhirn; durch Untersuchung des fötalen Hirns aus früher Entwickelungsperiode kann man sich unschwer davon überzeugen.

Bündel. Jenes (38, Taf. Fig. III, IV, VI) ist in dem erwähnten Alter bereits markhaltig; dieses dagegen (40, Taf. Fig. IV, VI) besteht hier noch aus marklosen Fasern.

Die Fasern des spinalen Bündels entspringen in dem grössten Teil, vorzugsweise aber in den vorderen und mittleren Gebieten der Rinde, sowie in den centralen Kernen des Kleinhirns. Sie verlaufen innerhalb des mittleren Kleinhirnschenkels fast genau nach unten und gelangen zur unteren Brückenhälfte. Hier gehen die Fasern nach zwei Hauptrichtungen aus einander: Die einen begeben sich längs der Peripherie des Pons an dessen ventrale Seite, um hauptsächlich in den Zellen der gleichen Brückenhälfte zu endigen. Die anderen wenden sich nach ihrem Eintritt in die Brücke alsbald direkt medianwärts (zum Stratum complexum), überschreiten die Raphe und enden in den Zellen der entgegengesetzten Brückenhälfte (38, Taf. Fig. III, IV).

Das spinale Bündel hängt demnach mit der grauen Substanz der gleichen, sowie mit der der entgegengesetzten Brückenhälfte zusammen. Aus den Zellen der unteren Brückenhälfte gehen aber, wie wir sahen, weiterhin Fasern hervor, welche durch die Raphe zum Nucleus reticularis und zu den lateralen Teilen der Formatio reticularis ziehen. Daraus ist ersichtlich, dass durch das spinale Bündel des mittleren Kleinhirnschenkels die Kleinhirnhemisphären in Verbindung gesetzt werden mit dem Nucleus reticularis und den Zellen der Formatio reticularis überhaupt, und durch letztere mit den Fasern des Grundbündels der Vorder- und Seitenstränge des Rückenmarkes.

Ausserdem sind im mittleren Kleinhirnschenkel Fasern enthalten, welche nach ihrem Eintritt in die Brücke sich direkt medianwärts (zum Stratum profundum) wenden, und ohne hier mit Zellen in Verbindung zu treten, zur Raphe gelangen, und in dieser unmittelbar zur Haubenregion aufsteigen. Hier hören sie teils im Nucleus reticularis, teils in den Zellen der entgegengesetzten Hälfte der Formatio reticularis auf.

Es ist oben darauf hingewiesen worden, dass die innerhalb der Pyramidenbündel zerstreuten, früh angelegten Faserbündel aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem Kleinhirn in Gesellschaft des mittleren Kleinhirnschenkels hervorgehen. Nach der Zeitfolge der Entwickelung zu urteilen, gehören diese Fasern dem spinalen Bündel an; jedoch bedarf diese Annahme noch der weiteren Bestätigung.

Was das cerebrale Bündel des mittleren Kleinhirnschenkels betrifft, so entstehen die Fasern desselben hauptsächlich in der Rinde des hinteren, teilweise auch in der des oberen und lateralen Bereiches der Hemisphären, sowie im Oberwurm und in den grauen Kernen des Kleinhirns. Sie nehmen dann innerhalb des mittleren Kleinhirnschenkels einen schräg nach vorn und unten gerichteten Verlauf an und begeben sich grösstenteils zur oberen Hälfte der Brücke. Hier überschreiten sie die Raphe und treten, auf der anderen Seite des Pons angelangt, mit zelligen Elementen in Verbindung, in welchen, wie wir sehen werden, auch ein Teil der von den Grosshirnhemisphären kommenden Fasern des Hirnschenkelfusses eine Unterbrechung erleidet (50, 51. Taf. Fig. V, VI).

Das cerebrale Bündel des mittleren Kleinhirnschenkels erzeugt demnach durch Vermittelung der Zellen der oberen Brückenhälfte resp. der in diesen Zellen unterbrochenen Fasern der Basis pedunculi cerebri eine gekreuzte Verbindung zwischen Kleinhirn und Rinde des Grosshirns.

Die ältere Ansicht, derzufolge die Fasern des mittleren Kleinhirnschenkels unter anderem eine Kommissur zwischen beiden Kleinhirnhemisphären bilden, entbehrt, wie aus obigem hervorgeht, der nötigen Begründung. Es muss hier noch erwähnt werden, dass die Fasern des mittleren Kleinhirnschenkels in Fällen von Zerstörung des Kleinhirns stets absteigend degenerieren, wobei auf der entgegengesetzten Seite ein Teil der grauen Substanz des Pons, und

zwar hauptsächlich des oberen Bereiches des letzteren atrophiert (s. Vejas, Arch. f. Psych. Bd. XVI. 1885).[1])

Im vorderen Kleinhirnschenkel endlich kann man, wie ich durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen gefunden habe, ungezwungen vier getrennte Bündel unterscheiden. Eines von diesen entwickelt sich sehr frühzeitig, schon bei Früchten von ca. 28 cm Länge ist es markhaltig; es ist dasjenige, welches in der Ebene der mittleren Brückenregion am meisten ventralwärts liegt (46, Taf. Fig. IV, VI).

Von den drei übrigen Bündeln wird das dorsal gelegene erst bei Früchten von ca. 33 cm markhaltig angetroffen (45, Taf. Fig. III, IV, VI). Auf dieses folgt nach der Reihenfolge der Entwickelung ein Bündel, welches bei ca. 35—38 cm langen Früchten markhaltig wird; es findet sich zwischen dem ventralen und dorsalen Bündel (39, Taf. Fig. III, IV, VI). Das vierte Bündel endlich weist erst beim Neugeborenen eine beginnende Markscheidenbildung auf und liegt zum Teil zwischen den Fasern der übrigen Bündel, teils medianwärts von ihnen (42, Taf. Fig. III, IV, VI).[2])

Das ventrale Bündel hat eigentlich mit dem Kleinhirn nichts zu thun. Es ist mit jenem Faserbündel identisch, von welchem wir oben feststellten, dass es zwischen den von mir beschriebenen, am lateralen Winkel der Rautengrube gelegenen Kernen des Ramus vestibularis acustici eine Kommissur bildet. In der Richtung nach vorne verlaufen die Fasern desselben bis zum oberen Bereich der Brücke; hier verlassen sie den vorderen Kleinhirnschenkel, um unweit hinter der gemeinsamen Kreuzung des letzteren über die Mittellinie auf die andere Seite zu treten.

---

[1]) Cramer (l. c.) beobachtete in dem bereits erwähnten Fall von unilateraler Kleinhirnatrophie ebenfalls Atrophie des entsprechenden mittleren Kleinhirnschenkels und der grauen Substanz der entgegengesetzten Brückenhälfte; gleichzeitig fand er auf der entgegengesetzten Seite ausgesprochene Atrophie des von mir beschriebenen Nucleus reticularis tegmenti.

[2]) Dieses letztere Bündel unterscheidet sich von den übrigen Bestandteilen des vorderen Kleinhirnschenkels auch durch seinen Gehalt an feineren Fasern.

Das zweite oder dorsale Bündel des vorderen Kleinhirnschenkels ist im Kleinhirn hauptsächlich mit dem Dachkern und mit der Rinde des entsprechenden Oberwurms verbunden. Nach vorne zu begeben sich seine Fasern zunächst zur gemeinsamen Kreuzung und darauf zum roten Kern, in dessen Zellen sie unterbrochen werden. Letzteres geht wenigstens aus dem Umstande hervor, dass bei Früchten von ca. 35 cm Länge, zu einer Zeit, wo das dorsale Bündel bereits markhaltig ist, unmittelbar vor dem roten Kern keinerlei markhaltige Fasern nachweisbar sind.

Das dritte Bündel verteilt sich im Kleinhirn, wie man an Serienschnitten aus dem Gehirn geeigneter Früchte nachweisen kann, im wesentlichen auf den Nucleus globosus und Nucleus emboliformis. Das vierte Bündel des vorderen Kleinhirnschenkels endlich (42, Taf. Fig. III, IV, VI) entspringt allem Anscheine nach teils in der Rinde der Kleinhirnhemisphären, teils im Corpus dentatum.[1])

Nach vorn zu verlaufen die Fasern der beiden zuletzt genannten Bündel, unter teilweiser Beimischung von Fasern des dorsalen Bündels, durch die gemeinsame Kreuzung zum roten Kern, in dessen Zellen sie höchstwahrscheinlich eine Unterbrechung erleiden.

Die Frage, ob alle Fasern des vorderen Kleinhirnschenkels sich an der gemeinsamen Kreuzung beteiligen, wird gegenwärtig ganz allgemein im verneinenden Sinne beantwortet. Ausser dem erwähnten, die Kerne des ramus vestibularis verknüpfenden Faserbündel ist von der Kreuzung noch ein Bündelchen ausgeschlossen, welches direkt zum gleichseitigen Thalamus sich begiebt (Marchi).

Bezüglich der sekundären Degenerationen ist noch anzuführen, dass in Fällen von Hirnläsionen der vordere Kleinhirnschenkel vorzugsweise aufsteigend, d. h. in der Richtung vom Kleinhirn zum

---

[1]) S. den Fall von Mendel im Neurol. Centralblatt. 1885. Auch ich hatte in einem noch nicht veröffentlichten Fall Gelegenheit, absteigende Degeneration eines der Bündel des vorderen Kleinhirnschenkels nachzuweisen.

Grosshirn, entartet. Jedoch ist in demselben auch ein Bündel enthalten, welches absteigend degeneriert.[1])

An die Schilderung der Faserung der Kleinhirnschenkel mögen sich hier noch folgende Bemerkungen anschliessen.

Recht grosser Verbreitung erfreut sich die Ansicht, dass alle drei Kleinhirnschenkel aus der gesamten grauen Masse des Kleinhirns entspringen. Marchi (Rivista di freniatria XVII. 3. 1891), welcher diese, ursprünglich von B. Stilling aufgestellte Behauptung neuerdings zu stützen sucht, giebt nur zu, dass der vordere Kleinhirnschenkel aus dem Corpus dentatum mehr Fasern bezieht, als aus der übrigen grauen Substanz. Dass diese Ansicht durchaus unhaltbar ist, darin werden mir zweifellos alle diejenigen beistimmen, welche gleich mir das Kleinhirn nach der, in dieser Beziehung fruchtbringendsten, entwickelungsgeschichtlichen Methode untersucht haben.

Ferner ist zu erwähnen, dass ähnlich den Grosshirnhemisphären auch das Kleinhirn über ein wohl ausgebildetes Associationsfasersystem verfügt. Diese Fasern sind bestimmt, einerseits benachbarte Zellen unter einander, und andererseits Zellen benachbarter Windungen und einzelner Läppchen und Teile des Kleinhirns zu verknüpfen (sg. guirlandenförmige Faserzüge Stillings).

Eine gesonderte Stellung unter diesen Fasern nimmt ein durch seine frühe Entwickelung ausgezeichnetes Faserbündel ein, welches als Stiel der Flocke (pedunculus flocculi) bekannt ist. Dieses tritt bei Früchten aus der letzten Periode des intrauterinen Lebens, wo es bereits markhaltig ist, mit auffallender Deutlichkeit inmitten der umgebenden, noch marklosen Teile hervor; an Präparaten aus dem Gehirn solcher Früchte kann man daher unschwer nachweisen, dass das erwähnte Bündel sich aus Fasern zusammensetzt, welche aus der hinteren und basalen Fläche der Flocke hervorgehen. Nach

---

[1]) In den gewöhnlicheren Fällen von Atrophie oder abgelaufenen Herderkrankungen des Kleinhirns findet sich in der Regel Atrophie des vorderen Kleinhirnschenkels und des anderseitigen roten Kerns, bisweilen auch Atrophie des Pulvinar thalami (s. Cramer l. c.).

ihrem Ursprung aus der Rinde der genannten Teile begeben sich die Faserzüge des Flockenstiels zunächst medianwärts und steigen dann längs dem medialen Rande der Kleinhirnhemisphäre auf der Decke des IV. Ventrikels zum Oberwurm empor. Auf dieser Bahn sind sie jedoch nur bis zur Gegend des Corpus dentatum leicht zu verfolgen.

Es erübrigt noch, mit kurzen Worten die Wechselbeziehungen der einzelnen nervösen Elemente des Kleinhirns zu schildern. Eine hervorragende Stellung unter den Zellen der Kleinhirnrinde nehmen ohne Frage die mächtigen, mit zahlreichen Fortsätzen versehenen Purkinjeschen Zellen ein; die cylindrischen Fortsätze der letzteren durchsetzen die sog. Körnerschicht und gehen dann in die markhaltigen Fasern des Kleinhirns kontinuierlich über. Ausserdem aber ist in letzter Zeit von Ramón y Cajal auf eine Reihe anderer, äusserst merkwürdiger Beziehungen der Purkinjeschen Zellen zu den Kleinhirnfasern hingewiesen worden.

Nach den Angaben des genannten Forschers erheben sich aus den tieferliegenden Schichten der Kleinhirnrinde Fasern, welche mit ihren feinsten Verästelungen sowohl die Körper, als auch die grossen Protoplasmafortsätze der Purkinjeschen Zellen nach Art eines Flechtwerkes umspinnen. Die Purkinjeschen Zellen aber stehen ihrerseits vermittelst sekundärer und tertiärer Ramifikationen ihrer Protoplasmafortsätze in Beziehungen zu anderen Fäserchen, welche aus den Zellen der darunterliegenden Körnerschicht stammen.

Wir ersehen daraus, dass eine und dieselbe Purkinjesche Zelle in Wechselbeziehungen treten kann mit einer ganzen Reihe anderer zelliger Elemente.

Die Axencylinderfortsätze der Nervenzellen sind, wie man anzunehmen berechtigt ist, dazu bestimmt, die von der Zelle ausgehenden centrifugalen Impulse aufzunehmen, während die pinselförmigen, die Zellen umspinnenden Fasergeflechte den Zweck haben, die Erregung centripetalleitender Fasern von den letzteren auf die Nervenzellen zu übertragen. Man muss daraus schliessen, dass jede Pur-

kinjesche Zelle sowohl mit centrifugalen als auch mit centripetalen Fasern in Beziehungen steht, und fernerhin durch die Fasern der Körnerschicht mit anderen Zellen der Kleinhirnrinde verbunden ist.

Wir wenden uns nunmehr zu der Frage der physiologischen Bedeutung der geschilderten Verbindungen des Kleinhirns. Zu allererst wollen wir jene Faserbündel ins Auge fassen, welche das Kleinhirn mit dem Ramus vestibularis acustici und (durch die unteren Oliven) mit den dem III. Ventrikel benachbarten Gebieten verbinden.

Wir haben die halbzirkelförmigen Kanäle des häutigen Labyrinths im Vorstehenden bereits als Organe kennen gelernt, welchen bei der Erhaltung des Körpergleichgewichts eine Rolle zuzuerkennen ist. Es sind daher die Fasern, welche die centrale Fortsetzung des Ramus vestibularis acustici innerhalb des hinteren Kleinhirnschenkels darstellen, augenscheinlich als Bahnen anzusprechen, durch welche centripetale Impulse von den Bogengängen des häutigen Labyrinths zum Kleinhirn gelangen.

Eine analoge Bedeutung mag auch den Faserzügen zukommen, welche von den unteren Oliven zum Kleinhirn aufsteigen; denn diese Fasern sind durch die centrale Haubenbahn aller Wahrscheinlichkeit nach mit jenen dem III. Ventrikel benachbarten grauen Nestern verknüpft, die bei der Wahrung des Gleichgewichts eine wichtige Rolle spielen.

Welches ist aber die Bedeutung derjenigen Bündel, welche das Kleinhirn mit dem Rückenmark resp. mit der Körperperipherie verknüpfen?

Von den zwei Bündeln, welche das Kleinhirn mit den Kernen der zarten Stränge und der Keilstränge verbinden, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass sie, wie die beiden vorhin erwähnten Verbindungen, in Beziehung zum Kleinhirn als centripetale Bahnen aufzufassen sind. Dies erhellt zum mindesten aus dem Umstand, dass diese Bündel aus Kernen entspringen, in welchen centripetale Rückenmarkbahnen endigen.

Die Rolle einer centripetalleitenden Bahn ist man auch veranlasst, dem Kleinhirnseitenstrangbündel zuzuschreiben.

Die Frage, ob dieses Faserbündel eine centripetale oder eine centrifugale Leitungsbahn darstellt, kann bekanntlich auf Grundlage von Degenerationsversuchen allein nicht endgiltig entschieden werden. Dadurch, dass das Kleinhirnseitenstrangbündel bei Rückenmarkläsion allemal nur aufsteigend entartet, ist noch nicht unumstösslich bewiesen, dass es Impulse in centripetaler Richtung fortleitet.

Weit grössere Beachtung verdient in dieser Beziehung die Thatsache, dass die Fasern des Kleinhirnbündels aus den Clarkeschen Säulen entstehen, welche ihrerseits mit den hinteren Wurzeln unmittelbar zusammenhängen. Letzterer Umstand lässt es unseres Erachtens ganz zweifellos erscheinen, dass das Kleinhirnseitenstrangbündel in Bezug auf das Kleinhirn eine centripetalleitende Bahn darstellt.

Wir hatten bereits darauf hingewiesen, dass das Kleinhirn ausser centripetalen Fasern auch ein selbständiges System centrifugaler Bahnen besitzen muss, damit zu ihm gelangte Impulse auf die Organe der Bewegung übertragen werden könnten. Es erwächst daraus die Frage, in welchen Faserbündeln wir die centrifugalen Kleinhirnbahnen zu suchen haben?

Vielerlei Gründe rechtfertigen die Annahme, dass die centrifugalen Leitungsbahnen des Kleinhirns erstens in dem spinalen Bündel des mittleren Kleinhirnschenkels und zweitens in dem zu den oberen Oliven verlaufenden Bündel sich finden.

Das spinale Bündel des mittleren Kleinhirnschenkels ist, wie wir sahen, teils kontinuierlich, teils durch die graue Substanz der Brücke und Fasern, welche in der Raphe aufsteigen, verbunden mit dem Nucleus reticularis tegmenti und mit der Formatio reticularis; letztere aber nimmt die Fasern des Grundbündels der Vorder- und Seitenstränge in sich auf. Da die motorische Bedeutung des Grundbündels kaum einem Zweifel unterliegen kann, so ist klar, dass das

spinale Bündel geeignet ist, Impulse vom Kleinhirn auf die Organe der Bewegung reflektorisch zu übertragen.

Dem gleichen Zweck könnten auch die innerhalb der Pyramidenbündel zerstreut liegenden (s. oben) Fasern dienen, freilich nur in dem Fall, wenn die Hypothese ihrer Abstammung aus dem Kleinhirnschenkel sich bewahrheiten sollte.[1])

Die vom Kleinhirn zu den oberen Oliven verlaufenden Faserzüge halten wir für eine centrifugalleitende Kleinhirnbahn um des Umstandes willen, weil die Oliven, wie wir gesehen haben, kontinuierlich mit den Kernen des Abducens verbunden sind und offenbar einen die Bewegungen der Augäpfel beherrschenden Reflexapparat darstellen.

Was die physiologische Bedeutung des vorderen Kleinhirnschenkels betrifft, so muss hier aller Wahrscheinlichkeit nach jene centripetale Kleinhirnbahn zu den Hemisphären des Grosshirns hindurchgehen, durch deren Vermittelung wir eine, dem Gleichgewichtsgefühl zu Grunde liegende Empfindung von der Lage unseres Körpers im Raum gewinnen.

Von diesem Standpunkte aus können wir weiterhin annehmen, dass die zweite, durch die Fasern der Hirnschenkelbasis, die Brückenkerne und das cerebrale Bündel des Brückenarms hergestellte Verbindung zwischen Grosshirnhemisphären und Kleinhirn, als centrifugale Bahn dient, vermittelst welcher von den Grosshirnhemisphären ausgehende Impulse die Gleichgewichtsverrichtungen des Organismus zu beeinflussen vermögen.

Dass im vorderen Kleinhirnschenkel auch Fasern vorhanden sind, welche centrifugale Impulse von den Grosshirnhemisphären auf

---

[1]) Bei der Schilderung der Rückenmarkfaserung war erwähnt worden, dass bei umfangreicher unilateraler Zerstörung des Kleinhirns neben Degeneration der Kleinhirnschenkel entartete Fasern im gleichseitigen Pyramidenbündel und sogar in den vorderen Wurzeln angetroffen wurden. Ausserdem fanden sich in diesem Fall auch degenerierte Faserzüge in den Vordersträngen (Marchi, Rivista Sper. di Freniatria XIII. 1888.)

das Kleinhirn übertragen, ist natürlich nicht ausgeschlossen, zumal eines seiner Bündel, wie wir sahen, stets absteigend degeneriert.

Die Associationsfasern des Kleinhirns endlich haben offenbar die Bestimmung, jene gegenseitigen Beziehungen zwischen den einzelnen Bündeln des Kleinhirns zu gewährleisten, deren Existenz wir schon vermöge unserer modernen Anschauungen über die — dem Kleinhirn obliegende — Funktion der Gleichgewichtserhaltung zugeben müssen.

V. Kapitel.

Von der Faserung der Grosshirnhemisphären.

In den Hemisphären des Grosshirns unterscheiden wir:

1) Die graue Substanz der Rinde. Dieselbe findet sich an der äusseren Oberfläche des Grosshirns und besteht aus einer grossen Anzahl von Nervenzellen verschiedener Grösse, welche in eine feinkörnige Neuroglia inmitten zahlreicher, nach allen Richtungen sich durchflechtender Fasern eingelagert sind.

2) Die Grosshirnganglien. Sie liegen an der Basis des Gehirns und sind, wie neuere anatomische Untersuchungen gezeigt haben, ebenfalls Rindengebilde.

Im übrigen bestehen die Grosshirnhemisphären aus weisser Substanz, welche hauptsächlich aus markhaltigen Nervenfasern und Neurogliazellen sich aufbaut.

In der grauen Substanz der Rinde werden die centripetalen, von der Körperperipherie ausgehenden Impulse in Empfindungen und Vorstellungen umgesetzt; hier gruppieren sich die letzteren zu komplizierten Begriffen, und hier erwacht auf Grund einer Reihe von Empfindungen und Vorstellungen der Impuls zur Bewegung, welcher seinerseits das vielgestaltige Spiel der Muskeln in Scene setzt. Kurz, die graue Substanz ist — und darin stimmen die Lehren der vergleichenden Anatomie, Physiologie und Pathologie überein — das Centrum unseres Seelenlebens, welches als Gefühl, Gedanke und

Wille, überhaupt als von psychischen Impulsen bedingte Bewegung sich uns offenbart.

Die physiologischen Forschungen von Fritsch und Hitzig legten den Grundstein zu der Lehre von den sogenannten Rindenlokalisationen. Bald entwickelte sich diese Lehre, an der Hand späterer physiologischer Untersuchungen und klinischer Beobachtungen, zu einem stattlichen wissenschaftlichen System, in welchem nichtsdestoweniger noch jetzt beträchtliche Lücken sich fühlbar machen. Es würde zu weit führen, hier die Einzelheiten der Lehre von den Rindenlokalisationen zu schildern; wir wollen nur die wesentlichsten Ergebnisse derselben in gedrängter Übersicht hervorheben.

In der Grosshirnrinde kann man zwei grosse Abschnitte unterscheiden: von diesen schliesst der eine das sog. motorische Feld, der andere vorzugsweise das sensible Feld ein.

Das motorische Feld findet sich bei den meisten Säugetieren im vorderen Bereich der Hirnrinde entsprechend der um die grosse Querfurche (Sulcus cruciatus) herum gelagerten Windung; beim Affen und beim Menschen umfasst es die zu beiden Seiten des Sulcus Rolandi gelegenen Centralwindungen und die oberen resp. hinteren Abschnitte der drei Stirnwindungen. Man kann verschiedene Bezirke des motorischen Feldes als besondere, selbständige Centren bezeichnen, von welchen die Thätigkeit gesonderter Muskelgruppen beherrscht wird. Reizung dieser Bezirke, sei es durch den elektrischen Strom, sei es durch die Einwirkung krankhafter Prozesse, erzeugt Bewegungen bestimmter Teile auf der entgegengesetzten Körperhälfte; Entfernung oder Zerstörung derselben hat mehr oder weniger ausgesprochene Abschwächung der motorischen Funktionen dieser Teile zur Folge.

Was die Frage über die näheren Beziehungen des motorischen Feldes zur psychischen Sphäre betrifft, so scheinen sehr gewichtige Momente dafür zu sprechen, dass dieses Feld die Aufgabe hat, die Willensimpulse auf die Organe der Bewegung zu übertragen. Mit

anderen Worten: das motorische Feld ist als diejenige Hirnregion aufzufassen, durch deren Vermittelung der Wille seinen Einfluss auf die Körpermuskulatur ausübt.

Allein wir wissen, dass die psychische Sphäre nicht die einzige Quelle willkürlicher Bewegungen ist. Vielmehr ist uns eine ganze Reihe von Bewegungsphänomenen bekannt, welche unzweifelhaft durch psychische Impulse bedingt sind und nichtsdestoweniger ganz unabhängig von unserem Willen auftreten; zu diesen Bewegungen gesellen sich nicht selten Veränderungen solcher Körperverrichtungen, welche, wie die Blutcirkulation oder die Sekretion drüsiger Organe, nicht, oder, wie die Atmung, nur zum Teil dem Willen unterworfen sind. Hierher gehört das Gros jener Bewegungserscheinungen, welche als Ausdruck seelischer Erregungen und Empfindungen sich darstellen (Weinen, Lachen u. s. w.).

Da nach beiderseitiger totaler Entfernung des motorischen Rindenfeldes die Tiere, wie ich zuerst gezeigt habe, ihre Empfindungen in unveränderter Weise zum Ausdruck zu bringen vermögen[1]), so sind wir anzunehmen berechtigt, dass die Quelle der sog. Ausdrucksbewegungen oder Psychoreflexe in anderen, von den motorischen Centren getrennt liegenden Rindengebieten zu suchen sei.[2])

In der That gelingt es, durch Reizung verschiedener, nicht selten recht weit hinter dem motorischen Felde gelegener Rindenbezirke bei Tieren noch eine Reihe komplizierter Bewegungen hervorzurufen, welche indessen schon sehr lebhaft an wirkliche Psychoreflexe erinnern. Es sind dies namentlich mimische Bewegungen des Gesichts und Bewegungen der Ohrmuscheln, welche, wie ich gefunden habe, nach totaler Entfernung der eigentlichen motorischen Zone bei Tieren noch erzeugt werden können. Weiterhin wissen wir, dass durch

---

[1]) S. meine Arbeit: „Physiologie der motorischen Zone der Grosshirnrinde.“ Arch. f. Psych. 1887. Sep.Abdr. 1887.

[2]) Bei Affektionen der motorischen Zone der Hemisphären beim Menschen beobachtet man nicht selten ebenfalls Lähmung der willkürlichen Gesichtsmuskeln ohne Beeinträchtigung der mimischen Bewegungen des Gesichts.

Reizung bestimmter Gebiete der Hirnrinde Veränderungen des Atemrhythmus, der Blutfülle der Gefässe der entgegengesetzten Körperhälfte und Alterationen des Blutdrucks hervorzurufen sind (Bochefontaine, Landois, Eulenburg, Bechterew u. A.). Endlich ist durch neuerdings von mir im Verein mit N. A. Misslawsky ausgeführte Versuche gezeigt worden, dass nach Reizung der dem Sulcus cruciatus benachbarten Rindenteile bei Hunden Bewegungen des Magens, der Därme, der Harnblase, der Vagina, ja sogar Speichelsekretion auftritt.

Das sensible Feld der Rinde findet sich nach hinten und aussen von der motorischen Zone und umfasst Teile der parietalen, occipitalen uud temporalen Windungen. Man unterscheidet in demselben besondere Centra für die Sensibilität und für unsere Sinnesorgane. Bezüglich der genaueren Lokalisation der Mehrzahl dieser Centren sind freilich die Ansichten der Autoren noch nicht ganz übereinstimmend. Über die Frage der Lokalisation der Haut- und Muskelsensibilität z. B. sind die Akten noch nicht definitiv geschlossen. Einige Autoren beharren noch gegenwärtig auf dem Standpunkt, die sog. motorische Zone der Rinde sei thatsächlich sensibel, und die nach Läsionen derselben auftretenden Motilitätsstörungen seien auf Alteration der einen oder anderen sensiblen Qualität (Haut- oder Muskelsensibilität) und den Wegfall der entsprechenden Vorstellungen zurückzuführen. Schiff z. B. erklärt die Motilitätsstörungen durch den Wegfall der Tastempfindung; Nothnagel schrieb dieselben seinerzeit der Alteration des Muskelgefühls zu, und Munk dem Verlust der Vorstellung von der Lage der Glieder im Raume, dem Fehlen der Tasteindrücke und der lokomotorischen Vorstellungen.

Schon an und für sich widersprechen sich diese Erklärungen so sehr, dass sie den Verdacht erwecken, es müsse sich hier um Beobachtungsfehler handeln. Bei sehr sorgfältiger Untersuchung konnte ich nach cirkumskripter und natürlich nicht in die Tiefe der Hemisphären reichender Zerstörung bestimmter Partien des motorischen Feldes (mit Ausnahme des hinteren — lateralen Abschnittes) an Tieren

in der That keine nennenswerten Störungen seitens der sensiblen Sphäre nachweisen. Dagegen habe ich bei meinen Versuchen die Ueberzeugung gewonnen, dass bei Tieren im Gefolge von Zerstörung teils nach hinten, teils nach aussen vom motorischen Felde gelegener (der Lage nach den Parietalwindungen des Menschen entsprechender) Rindengebiete Alteration der Haut- und Muskelsensibilität in den kontralateralen Gliedmassen auftritt, während Erscheinungen von Muskelparese, wie sie nach Läsionen des motorischen Feldes zu beobachten sind, fehlen. Übrigens gelingt es, durch Zerstörung des hinteren äusseren Bereichs des Gyrus sigmoides (Hund, Katze) und der hinteren Centralwindung (Affe), welche auch motorische Centra einschliessen, ebenfalls Störungen der Sensibilität hervorzurufen. Wir müssen daraus schliessen, dass die motorischen und sensiblen Centra an sich zwar selbständig sind, aber sehr nahe bei einander liegen und offenbar bis zu einem gewissen Grade einander überlagern.[1])

Die Ansichten der oben namhaft gemachten Autoren über die Ursache der nach Läsionen des motorischen Rindenfeldes auftretenden Motilitätsstörungen widersprechen den klinischen Thatsachen. Denn in Fällen von Zerstörung der Centralwindungen beim Menschen beobachtet man gewöhnlich nur Paralyse der Motilität ohne Beeinträchtigung der sensiblen Sphäre.

Freilich sind auch beim Menschen nach Rindenaffektionen zweifellos Störungen der Sensibilität zu beobachten. Allein in diesen Fällen findet man den pathologischen Herd in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle entweder ganz ausserhalb des Bereichs des motorischen Feldes, oder er betrifft ausser der motorischen Zone noch andere Rindengebiete. Die Beurteilung der meisten hierüber in der Litteratur vorhandenen Beobachtungen führt uns zu dem Schluss, dass es die Parietalwindungen sind, deren Läsion am allerhäufigsten

---

[1]) W. Bechterew, „Arzt“ 30. 1883 (russisch). Neurol. Centralbl. 18. 1893. Physiologie der motorischen Zone der Grosshirnrinde. Arch. f. Psych. 1887. Sep.-Abdr.

von Störungen der Haut- und Muskelsensibilität begleitet ist. In der Litteratur finden sich übrigens Fälle, in welchen Affektionen im Bereich der unteren Abteilung der hinteren Centralwindung beim Menschen ebenfalls mit Sensibilitätsstörungen einhergingen. Diese letzteren Beobachtungen stehen mit den oben angeführten Ergebnissen meiner Tierversuche in vollstem Einklang.

Von weiteren Centren wissen wir gegenwärtig von dem Vorhandensein eines Sehcentrum in der Rinde des Occipitallappens, welches beim Menschen namentlich die inneren Gebiete desselben (erste Occipitalwindung, Kuneus) umfasst, und ferner eines Gehörcentrum im Bereiche des Temporallappens, beim Menschen vorzugsweise im Gebiet der ersten Schläfenwindung lokalisiert. Das sensorielle Geruchscentrum findet sich nach Ferrier im Gyrus uncinatus des Temporallappens. Munk dagegen verlegt es auf Grund seiner Untersuchungen in die Windung des Ammonshorns. Beide Ansichten lassen sich übrigens unschwer miteinander in Einklang bringen. Denn eine der Wurzeln des Bulbus olfactorius verbirgt sich im Gehirn nahe der Spitze des Schläfenlappens; ausserdem ist der Gyrus uncinatus eine unmittelbare Fortsetzung des Ammonshorns.

Was endlich die Centra der Geschmacksempfindung anlangt, so finden sich solche nach den neueren Untersuchungen von A. E. Schtscherbak beim Kaninchen in den Gebieten der Hirnrinde, welche den Parietallappen höherer Tiere entsprechen.

Es sei hier noch erwähnt, dass ich nach Läsion der Rinde hinter den motorischen Centren und in der Umgebung der Mantelspalte bei Tieren Reitbahnbewegungen auftreten sah, welche in jeder Beziehung jenen Zwangsbewegungen glichen, welche nach Durchschneidung des vorderen Kleinhirnschenkels beobachtet werden.[1])

---

[1]) Bechterew: „Über die nach Zerstörung der Hirnrinde auftretenden Zwangsbewegungen.“ „Russische Medicin“ No. 1 und 3. 1885. Virchows Archiv Bd. 101. 1885. Mit diesen, hier angeführten Zwangsbewegungen, welche bei den operierten Tieren anfallsweise auftreten, sind, wie dies seitens einiger Autoren ge-

Letzterer Umstand spricht unzweifelhaft dafür, dass das bezeichnete Rindengebiet die centralen Verästelungen des vorderen Kleinhirnschenkels in sich aufnimmt und offenbar zu den Organen der Gleichgewichtserhaltung in Beziehungen steht. Höchst wahrscheinlich ist es bestimmt, die von den letzteren ihm übermittelten Empfindungen der Lage unseres Körpers im Raum zu percipieren.

Zum Schluss dieser kurzen Übersicht können wir nicht umhin, zu bemerken, dass die Lehre von den Lokalisationen in der Hirnrinde sich noch durchaus im Beginn ihrer Entwickelung befindet. Wir wissen nicht nur nichts über die Verrichtungen ausgebreiteter Rindengebiete, z. B. der medialen und unteren Teile der Hemisphären, sondern wir können und sollen nicht im entferntesten überzeugt sein, dass durch die oben genannten Centra die gesamte Funktion der Rindenteile erschöpft ist, in welchen diese Centren liegen. Es kann leicht geschehen, dass die Physiologie der Zukunft uns noch neue Centren annähernd in denselben Bezirken der Grosshirnrinde entdeckt, in welche wir die uns bereits bekannten Centra verlegen.

Ferner dürfte es unseres Erachtens nicht gerechtfertigt sein, die Centra der Rinde als topographisch getrennte Gebilde aufzufassen. Im Gegentheil, es ist nicht allein möglich, sondern geradezu wahrscheinlich, dass ein und dasselbe Gebiet der Rinde vermöge seiner vielseitigen Verbindungen mit der Körperperipherie gleichzeitig verschiedenen Verrichtungen dienen kann. Dadurch wird uns z. B. die Thatsache leichter verständlich, dass bei Tieren jener relativ kleine Bezirk der Grosshirnrinde, welcher den Gyrus sigmoides resp. die Centralwindungen und die nächste Umgebung der letzteren einschliesst, gleichzeitig das Centrum für die Bewegung der Gliedmassen, für die Bewegung der verschiedenen inneren Organe (Herz, Magen,

---

schehen ist, jene Kreisbewegungen nicht zu verwechseln, welche nach unilateraler Zerstörung des motorischen Rindenfeldes bei Tieren zuweilen beobachtet werden und welche möglicherweise das Produkt einer partiellen Paralyse der Extremitäten darstellen.

Darmkanal, Harnblase u. s. w.), die vasomotorischen Centra, die Centren für die Thränensekretion u. s. w. in sich zu bergen vermag.

Zu den Grosshirnganglien zählen wir die graue Substanz des Nucleus caudatus und das äussere Glied des Linsenkerns oder das Putamen. Beide gehen kontinuierlich in einander über und können daher unter dem gemeinsamen Namen Corpus striatum (Taf. Fig. VI, *cs*) zusammengefasst werden.

Leider ist die physiologische Rolle dieser ohne Frage sehr wichtigen Gehirnteile bis jetzt noch nicht ganz erschlossen. Viele Autoren, wie Ferrier, Carville, Duret, Sanderson u. A. erzielten durch Irritation des Nucleus caudatus komplizierte Bewegungen der Gliedmassen der kontralateralen Körperhälfte und waren daher geneigt, das Corpus striatum in toto für ein motorisches Ganglion zu halten. Dagegen fanden Andere, wie Glicky und neuerdings auch Minor, das Corpus striatum (Nucleus caudatus) elektrisch vollständig unerregbar. Die Versuche des letztgenannten Autors sind unseres Erachtens von um so grösserer Bedeutung, als bei denselben vor Reizung des Nucleus caudatus durch Entfernung der motorischen Zone der Hirnrinde bei den Tieren sekundäre Degeneration des Pyramidenstrangs erzeugt wurde, wodurch die Eventualität einer gleichzeitigen Irritation des letzteren ausgeschlossen war. Bei gleicher Versuchsanordnung hatte ich ebenfalls wiederholt Gelegenheit, mich von der Unerregbarkeit des Nucleus caudatus, wenigstens bei Anwendung mittelstarker Ströme, zu überzeugen.

Einige Autoren, wie Magendie, Schiff und Nothnagel, beobachteten nach Läsion des Corpus striatum (richtiger des Nucleus caudatus) eigenartige Zwangsbewegungen, bestehend in vorwärts gerichteten Laufbewegungen der Tiere. Bei Operationen in den Nachbargebieten des III. Ventrikels sah ich ebenfalls bei den Tieren Laufbewegungen nach vorne vom Charakter der Zwangsbewegungen auftreten. Es ist daher denkbar, dass es sich in diesen, wie in jenen Fällen um Reizung identischer Hirngebiete handelt; jedoch ist dieses auf Grund der bisherigen Versuche allein nicht mit Sicherheit zu

entscheiden. Immerhin erwecken die bezeichneten Versuche den Gedanken an eine Beziehung des Corpus striatum zur Koordination der Geh- und Laufbewegungen. Meines Erachtens ist dies durchaus nicht unwahrscheinlich, namentlich in Anbetracht der anatomischen Beziehungen des Corpus striatum zu den Kernen des Pons und damit zum Kleinhirn, auf welche wir im Nachstehenden zurückkommen.

Die vorhandenen Beobachtungen pathologischer Fälle stehen nicht in Widerspruch mit der obigen Anschauung über die Bedeutung der Grosshirnganglien. Bei Affektionen des Corpus striatum beobachtet man gewöhnlich Paralyse der entgegengesetzten Körperhälfte, welche übrigens in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle keine dauernde zu sein pflegt. Letzteres erklärt sich unschwer durch die Existenz anderer, für den Gehalt ebenfalls bedeutungsvoller Bahnen.

Beim Studium der Funktion des Corpus striatum sind unter anderem auch die embryologisch-anatomischen Beziehungen der Grosshirnganglien zum Gegenstand der Diskussion geworden. Bekanntlich sind Nucleus caudatus und Putamen des Linsenkerns der Hirnrinde verwandte Gebilde; man war daher versucht, sie auch in funktioneller Hinsicht der Hirnrinde an die Seite zu stellen.

Letztere Anschauung erscheint mir am wenigsten vertrauenerweckend. Auch wenn der Nucleus caudatus und das Putamen thatsächlich nichts anderes sind, als modifizierte Rinde, so ist trotzdem die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass die Funktion dieser Gebilde eine gesonderte sei, und mit der Funktion der Rinde wenig gemeinschaftliches aufweise.

In nächster Beziehung zu den Grosshirnhemisphären steht nur das erste Nervenpaar, dessen Fasern in die an der basalen Fläche der Stirnlappen liegenden Bulbi olfactorii eintreten.

Was die Beziehungen der Fasern der Schneiderschen Membran zu den Zellen der Bulbi olfactorii betrifft, so fehlt hier, wie auch bei anderen sensiblen Nerven, eine direkte Verbindung der Fasern mit den Zellen. Vielmehr werden die Beziehungen zwischen beiden durch Kontakt in den sog. Glomeruli der Bulbi olfactorii

hergestellt. Das sind dichte Geflechte feinster Endverästelungen der Riechnerven und der Protoplasmafortsätze der grossen Pyramidenzellen der tiefer liegenden Schicht des Riechkolbens, welche ihre Achsencylinderfortsätze in die weisse Substanz des letzteren hinein entsenden.[1])

Der Zusammenhang der Riechfasern mit den centralen Elementen kommt nach neueren Untersuchungen derartig zu stande, dass die aus den bipolaren Zellen der Schneiderschen Membran entspringenden Nervenfasern in den Riechkolben hineintreten, sich hier verästeln und in die Glomeruli sich einsenken. In letztere hinein aber treten auch (beim Menschen je einer, bei Tieren mehrere) Protoplasmafortsätze der grossen Pyramidenzellen (oder Mitralzellen) der darüber liegenden Schicht des Bulbus. Von einem Netz innerhalb des Glomerulus kann hierbei gar keine Rede sein, sondern der Glomerulus enthält nur die Verästelungen eines zelligen Protoplasmafortsatzes, welche pinselförmig die Endverästelungen der Riechnerven umgeben.

Wir wenden uns nunmehr zu den Fasern der Grosshirnhemisphären. Vor allem ist zu bemerken, dass sie nach Massgabe ihrer Verknüpfungen in zwei Hauptkategorien zerfallen: 1) Fasern, welche von der grauen Rinde der Grosshirnhemisphären zum Hirnstamm und zu den Grosshirnganglien verlaufen, sog. Leitungs- oder Projektionsfasern; 2) Fasern, welche zur gegenseitigen Verbindung verschiedener Gebiete der grauen Substanz der Grosshirnhemisphären dienen, sog. Associationsfasern.

Studieren wir Querschnitte der Grosshirnrinde, welche nach der Methode von Weigert oder Pahl gefärbt sind, so finden wir, dass die markhaltigen Nervenfasern, welche aus Fortsätzen von Nervenzellen hervorgehen, das Rindengrau nach allen möglichen Rich-

---

[1]) Wie alle sensiblen Nerven, so entwickelt sich auch der Olfaktorius ursprünglich nicht in centrifugaler, sondern in centripetaler Richtung, d. h. nicht vom Bulbus olfactorius zur Peripherie, sondern umgekehrt, von der Peripherie zum Bulbus.

tungen durchsetzen. Dadurch erzeugen die markhaltigen Fasern fast in allen Gebieten der Grosshirnrinde ein zartes, nicht selten höchst zierliches Flechtwerk. Aber noch innerhalb des Bereichs der Rinde, in der dritten und bisweilen sogar in der zweiten Schicht sammeln sich die markhaltigen Fasern zu Bündeln, welche in der Richtung zur weissen Substanz mehr und mehr an Umfang gewinnen, in dem Masse, als sich ihnen neue Fasern hinzugesellen. Diese Faserbündel sind es, welche den Anfang der Leitungsfasern sowohl, als auch der Associationsfasern bilden. Mit Ausnahme der centralen Fortsetzungen des ersten Nervenpaares, stammen alle in die Grosshirnhemisphären eintretenden Leitungsfasern teils aus dem Hirnstamm, teils aus den basalen Grosshirnganglien.

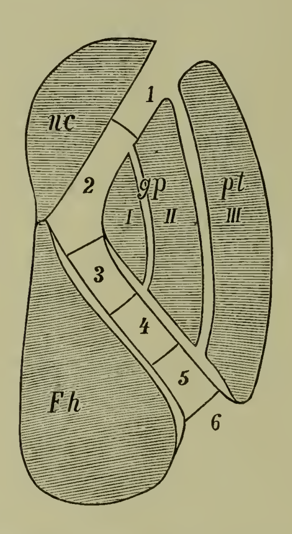
Zunächst sind die Faserbündel zu betrachten, welche aus dem Hirnstamm hervorgehen.

Viele dieser Bündel sind bereits im Vorstehenden geschildert worden. Wie wir sahen, geht in die Hemisphären fast die gesamte untere Etage des Pedunculus cerebri über, d. h. die Fasern des lateralen Brückensystems, der Pyramidenbündel, des accessorischen medialen und der zerstreuten Bündel der Schleifenschicht, des medialen Brückensystems und die aus der Substantia nigra entspringenden Faserzüge. Alle diese Faserzüge des Hirnstamms passieren nach ihrem Eintritt in die Hemisphären die innere Kapsel; letztere ist demnach das wichtigste Bindeglied zwischen Hirnstamm und Grosshirnhemisphären.

Abgesehen hiervon begeben sich aus der oberen Etage des Grosshirnschenkels durch die innere Kapsel zu den Hemisphären noch folgende Faserbündel: 1) der Teil der Schleifenschicht, welcher weder im Thalamus, noch im Linsenkern unterbrochen wird; 2) Fasern aus der grauen Substanz des vorderen Vierhügels, welche als Fortsetzung der Sehnerven dienen; 3) Fasern des dorsalen Abschnitts der hinteren Kommissur und 4) höchstwahrscheinlich auch Fasern aus dem roten Kern.

Auf Horizontalschnitten durch das Gebiet der Grosshirnganglien und die innere Kapsel weist letztere bekanntlich ein medianwärts gerichtetes Knie auf, durch welches sie in einen vorderen kleineren und einen hinteren grösseren Schenkel zerfällt. Sämtliche obengenannte Faserbündel der Basis des Grosshirnschenkels verteilen sich nun auf die beiden Schenkel der inneren Kapsel in folgender Weise. Im hintersten Abschnitt des hinteren Schenkels findet sich das laterale Brückensystem, etwas nach vorne davon die zerstreuten Faserbündel der Schleifenschicht. Dann folgen die Fasern der Pyramidenbündel, welche ungefähr das mittlere Drittel des hinteren Schenkels einnehmen, und unmittelbar nach vorne von ihnen, in der Nähe des Kapselknies, findet man die Fasern der accessorischen Bündel der Schleifenschicht, welche zur centralen Fortsetzung motorischer Hirnnerven (facialis, hypoglossus) dienen. Der vordere Schenkel der inneren Kapsel enthält die Fasern des medialen Brückensystems und Faserzüge, welche in innigster Beziehung zur Substantia nigra stehen.

Schema 13.



Schematische Darstellung der Faserverteilung in der inneren Kapsel.

nc — nucleus caudatus; *th* — Thalamus opticus; *gp* — Globus pallidus; *pt* — Putamen nuclei lenticularis; *1*—Fasern des pedunculus anterior Thalami optici, *2* — Fasern des medialen Brückensystems; 3 — Fasern motorischer Hirnnerven (tiefer unten das mediale accessorische Bündel der Schleife bildend); *4* — Pyramidenbündel; *5*—sensible Bahnen (tiefer unten die zerstreuten Bündel der Schleifenschicht bildend); *6* — Fasern des lateralen Brückensystems.

Was die erwähnten Fasern der Haube anlangt, so verlaufen sie im hinteren Schenkel der inneren Kapsel, und zwar hauptsächlich nach innen, zum Teil aber auch nach aussen von den Fasern der Hirnschenkelbasis.

Es fragt sich nun, wie verteilen sich alle diese Faserbündel innerhalb der Grosshirnhemisphären?

Was hierüber feststeht, lässt sich folgendermassen zusammenfassen.

Die Fasern des lateralen Brückensystems (6, Schema 13; Taf. Fig. V, VI 51.), welche in den tieferen Partien der inneren Kapsel am meisten nach hinten gelegen sind, wenden sich nahe der Basis des hinteren Endes des Linsenkerns zum hinteren Gebiet der Hemisphären und zum Teil auch zur Rinde des Temporallappens, insbesondere zu dessen basaler Oberfläche, um hier zu endigen.

Diese Fasern entarten, wie ich zuerst festgestellt habe, absteigend, und zwar ist die Degeneration in pathologischen Fällen nur bis zur Ebene der oberen Brückenregion zu verfolgeu. Diese Thatsache steht in vollstem Einklang mit den Untersuchungen Flechsigs, nach welchem das laterale Brückensystem aus der grauen Substanz der Brücke hervorgeht. Dagegen ist die unter den Neuropathologen verbreitete Ansicht, der laterale Teil der Basis des Grosshirnschenkels enthalte sensible Fasern, durchaus unbegründet, zumal die letzteren in keinem Zusammenhang mit jenen Gebilden des Hirnstammes stehen, welche wir als sensible betrachten können.

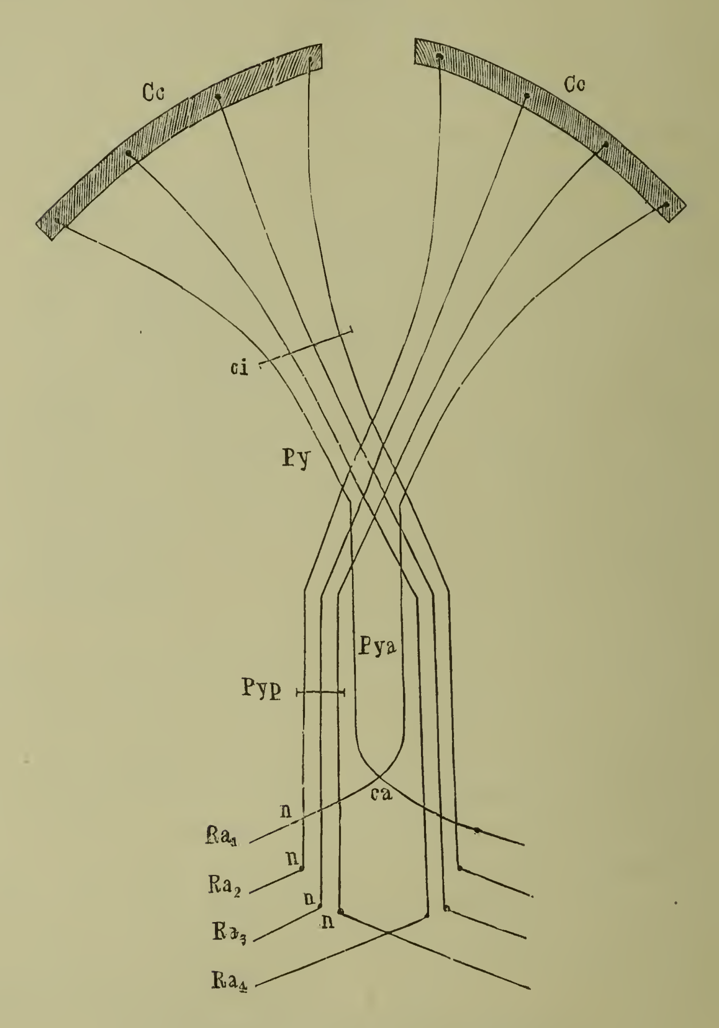
Die Fasern der zerstreuten Bündel der Schleifenschicht, welche, wie wir sahen, die centrale Fortsetzung sensibler Gehirnnerven darstellen, breiten sich, wie man auf Grund physiologischer Daten annehmen muss, hauptsächlich in den Parietallappen aus (10′, Taf. Fig. VI).

Was ferner das Pyramidenbündel anlangt, so stimmen die klinischen Beobachtungen, das physiologische Experiment und die anatomische Untersuchung des kindlichen Gehirns und der sekundären Degenerationen darin überein, dass dieses Bündel nach seinem Austritt aus der inneren Kapsel zu den Centralwindungen sich begiebt und vorzugsweise in beiden Centralwindungen seine Endigung findet.

Im Bereiche der weissen Substanz der Grosshirnhemisphären weichen die Fasern des Pyramidenbündels in der Richtung von den Ganglien zur Rinde strahlenförmig auseinander, entsprechend den auf

der Oberfläche der Hemisphäre zerstreuten motorischen Centren (Schema 14). Dieses schliessen wir wenigstens aus dem Umstand,

Schema 14.



Schematische Darstellung der Pyramidenbündel.

Cc — Grosshirnrinde; *ci* — Ebene der Capsula interna; *Py* — Pyramiden; *ca* — Commissura anterior; *Pya* — Pyramidenvorderstrang; *Pyp* — Pyramidenseitenstrang; *n, n, n, n* — motorische Zellen der Vorderhörner des Rückenmarkes; *Ra*, Ra_1, Ra_2, Ra_3, Ra_4 — vordere Wurzeln.

dass cirkumskripte, der Lage des motorischen Feldes entsprechende Läsionen im Bereich des Tegmentum semiovale gewöhnlich isolierte Lähmungen einzelner Gliedmassen auf der entgegengesetzten Seite zur Folge haben, nicht aber solche der ganzen entgegengesetzten Körperhälfte, wie nach Läsionen des Pyramidenbündels im Bereiche der inneren Kapsel.

Das mediale accessorische Schleifenbündel (3, Schema 13; 26. Taf. Fig. IV, V, VI), welches als centrale Bahn motorischer Hirnnerven sich darstellt, strebt, wie physiologische Versuche und klinische Beobachtungen lehren, vorzüglich zum unteren Bereich der Centralwindungen und vielleicht auch zum hinteren Abschnitt der 2. Stirnwindung.

Das mediale Brückensystem (2, Schema 13; 50. Taf. Fig: IV, V, VI), welches den vorderen Schenkel der inneren Kapsel einnimmt, begiebt sich hauptsächlich zu den Grosshirnganglien und zu den Centralwindungen, und nach einigen Autoren (Zacher) auch zu den Windungen der Insula Reilii.[1]

Was endlich die aus der Substantia nigra hervorgehenden Faserzüge betrifft (26′. Taf. Fig. V, VI), so ist der Ort ihrer thatsächlichen Endigung im Gehirn zwar nicht sicher bekannt; allein man hat nichtsdestoweniger Grund zu der Annahme, dass sie wenigstens zum Teil mit dem Corpus striatum zusammenhängen (s. unten). In pathologischen Fällen habe ich Degeneration dieser Faserzüge nach umfangreichen Läsionen im Bereich der inneren Kapsel und der Grosshirnganglien beobachtet. In einigen Fällen von alten Herdläsionen im Gebiet des vorderen Schenkels der inneren Kapsel ist neben absteigender Degeneration der Fasern des Hirnschenkelfusses auch Atrophie der Zellen der Substantia nigra beobachtet (Witkowsky, Bechterew). Ebenso fand sich bei unilateraler Hirnatrophie unter

[1]) Sekundäre Degeneration dieses Bündels ist wiederholt beobachtet worden, und zwar sowohl nach Läsionen der Hirnrinde, als auch nach Läsionen der Grosshirnganglien und des vorderen Schenkels der inneren Kapsel. In allen diesen Fällen erstreckte sich die Degeneration abwärts nur bis zur Höhe der grauen Substanz des Pons.

anderem Atrophie des Luysschen Körpers und der Substantia nigra (Jelgersma).

Über die zu den Hemisphären tretenden Fasern der Brückenhaube sei hier folgendes bemerkt:

Die Faserzüge der Schleife, welche unmittelbar aus den Kernen der Hinterstränge zu den Grosshirnhemisphären sich erheben, begeben sich vorzugsweise zur hinteren Centralwindung und zum parietalen Bereich der Rinde (10, Taf. Fig. VI). So führte in dem Fall von Flechsig und Hösel Zerstörung der hinteren Centralwindung zu Atrophie der Schleife und im verlängerten Mark zu Verkleinerung des kontralateralen Kerns der zarten Stränge. Andererseits lehren nach der Methode der Atrophie von Monakow angestellte Tierversuche, dass Läsion im Gebiet der Parietallappen Atrophie der Schleife und der Kerne der zarten Stränge in der Medulla oblongata zur Folge hat.

Wo die Fasern des dorsalen Bündels der hinteren Kommissur in der Rinde endigen, ist bislang nicht mit Sicherheit festgestellt; man kann jedoch mit Recht annehmen, dass sie sich im wesentlichen zu den Parietalwindungen erheben. Was aber die Fasern betrifft, welche aus der grauen Substanz des vorderen Vierhügels entspringen, so finden sie sich zunächst im hinteren Abschnitt des hinteren Schenkels der inneren Kapsel und ziehen von hier zum occipitalen Gebiet der Hemisphäre.

Wie gesagt, streben zur Rinde der Hemisphären durch den hinteren Schenkel der Capsula interna höchstwahrscheinlich auch Faserzüge aus dem Bereiche des roten Kerns (48. Taf. Fig. VI). Dafür sprechen wenigstens die Fälle alter Rindenläsionen im Bereich der Parietal- und Centralwindungen, welche von Atrophie des roten Kerns und nicht selten auch des anderseitigen vorderen Kleinhirnschenkels begleitet sind.[1]

---

[1] S. z. B. den unlängst publizierten Fall von Flechsig und Hösel. Neurol. Centralbl. 14. 1890.

Wir gehen jetzt zur Schilderung der Fasern über, welche aus den grauen Kernen der Gehirnbasis kontinuierlich zur Hirnrinde verlaufen.

Im Verein mit den Faserzügen, welche aus dem Gebiet des vorderen Vierhügels austreten, begiebt sich zur Rinde des Occipitallappens ein Faserbündel, welches aus dem lateralen Kniehöcker und dem hinteren Teil des Thalamus opticus hervorgeht. Alle diese Faserbündel, welche also aus dem vorderen Vierhügel, dem lateralen Kniehöker und dem hinteren Teil des Thalamus sich zur Hirnrinde begeben, werden nicht selten unter einem gemeinsamen Namen als Gratioletsche Sehstrahlung beschrieben (56, Taf.Fig.VI). Diese Bündel atrophieren nach Zerstörungen im Bereich des Occipitallappens; gleichzeitig atrophieren nicht selten auch die erwähnten ihnen zum Ursprung dienenden Gebilde, zuweilen ist sogar konsekutive Atrophie des Tractus opticus beobachtet worden.[1])

Auch der mediale Kniehöcker, welcher Faserzüge aus dem hinteren Vierhügel in sich aufnimmt, entsendet, wie wir sahen, ein selbständiges Faserbündel zur Grosshirnrinde (29', Fig. Taf. VI). Dieses Faserbündel verläuft, wie die Untersuchung der experimentellen Atrophie und sekundären Degenerationen lehrt, zum Temporallappen, und zwar vorzugsweise zur ersten Windung desselben, in welche nach klinischen Beobachtungen beim Menschen das Gehörcentrum zu verlegen ist.[2])

---

[1]) S. besonders die Fälle von Monakow: Arch. f. Psychiatrie, Bd. XXI, 1889, und von Kreuser in Allg. Zeitschr. f. Psych. Bd. XLVIII.

[2]) Bei Läsionen im Bereich des Schläfenlappens beobachtet man in der Regel sekundäre Atrophie des medialen Kniehöckers: in einigen Fällen war auch ein degeneriertes Faserbündel auf der ganzen Strecke von der ersten Schläfenwindung bis zum atrophischen medialen Kniehöcker zu verfolgen, wobei die Degeneration resp. Atrophie bisweilen auch das hintere Brachium und den hinteren Vierhügel ergriffen hatte (s. insbesondere die Fälle von Monakow im Corresp. Bl. f. Schweizer Aerzte XX, 7, 1890, und im Arch. f. Psych. XXI, 1889, sowie von Zacher im Arch. f. Psych. XXII, 3. 1891).

Besonders mächtige, aus den grauen Kernen der Gehirnbasis hervortretende Bündel werden von den Fasern gebildet, welche die Hemisphären des Grosshirns mit den Sehhügeln verbinden.

Zunächst tritt die ungeheure Zahl der Fasern, welche die Rinde mit dem Thalamus verbinden und den Stabkranz des letzteren (Corona radiata Thalami) bilden, von aussen her in den Thalamus ein; dadurch erhält die äussere Fläche des letzteren, welche der inneren Kapsel zugekehrt ist, ein gitterartiges Aussehen (Stratum reticulatum). Alle den Stabkranz des Sehhügels zusammensetzenden Fasern treten zu mächtigen Bündeln zusammen, welche nicht selten als die Stiele Thalami optici bezeichnet werden. So unterscheidet man einen vorderen, mittleren, hinteren und unteren oder inneren Thalamusstiel.

Den vorderen Stiel bilden Fasern, welche aus dem Tuberculum anterius Thalami in sagittaler Richtung durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel direkt nach vorne ziehen und zum Stirnlappen der Hemisphäre sich begeben (52. Taf. Fig. VI). Obersteiner beschreibt ausserdem ein kleines Faserbündel, welches aus dem Bulbus olfactorius zum Sehhügel hinzieht. Dieses in sagittaler Richtung zur Basis des Thalamus verlaufende Bündel zweigt sich eigentlich von jenen Faserzügen des Bulbus olfactorius ab, welche in die vordere Kommissur sich einsenken.

Der mittlere Stiel des Thalamus wird durch Faserzüge gebildet, welche aus der lateralen Fläche des letzteren hervortreten und durch das Gebiet der Capsula interna in die Rinde der parietalen Bezirke des Grosshirns übergehen (*fst* Schema 15; 53, 54. Taf. Fig. VI).

Der hintere Stiel der Sehhügel setzt sich aus Fasern zusammen, welche vereint mit den Fasern des Corpus geniculatum laterale und des vorderen Vierhügels in sagittaler Richtung zur Rinde des Hinterhauptlappens streben (55, Taf. Fig. VI). Ein Teil der Fasern dieses Bündels geht übrigens nach Erreichung des Pulvinar in das Stratum zonale des Thalamus über, von welchem später die Rede sein soll.

Der untere Stiel endlich (*fit* Schema 15; 55′, Taf. Fig. VI) verläuft in der Basis des Thalamus lateralwärts von den Bündeln des Fornix in der Richtung von vorne nach hinten. Auf ihrer weiteren Bahn umziehen die Fasern desselben von unten her den Hirnschenkel an seiner Eintrittsstelle in die Hemisphären und erzeugen dadurch die Ansa peduncularis; darauf ziehen sie unter dem Linsenkern zum Schläfenteil des Gehirns. Es ist möglich, dass ein Teil der Fasern des unteren Thalamusstiels schon im Globus pallidus des Linsenkerns aufhört. Ein gewisser Teil dieser Fasern geht ausserdem zweifellos in das Stratum zonale über.

Das Stratum zonale bildet die eigentliche Decke der oberen Fläche des Sehhügels und enthält Fasern, welche grösstenteils von vorne nach hinten verlaufen. Zu ihm gehören demnach die schon erwähnten Fasern des hinteren und unteren Thalamusstiels, ferner die Fasern des lateralen Bündels der Tractus optici, welche durch das Corpus geniculatum an die Oberfläche des Thalamus gelangen, und endlich die Fasern der Pedunculi conarii, deren Herkunft (abgesehen von dem erwähnten Bündel aus dem Ganglion habenulae) noch nicht genauer bekannt ist.[1])

Wie wir bei einer früheren Gelegenheit des Näheren erörterten, sind die Thalami im wesentlichen motorische Ganglien, welche unter anderem bei dem Mechanismus der Ausdrucksbewegungen und Psychoreflexe eine Rolle spielen und die Innervation der inneren Organe beherrschen. Demzufolge müssen wir die Mehrzahl der Fasern, welche die Rinde mit den Sehhügeln und durch letztere mit den Elementen der Formatio reticularis und mit dem Grundbündel des Vorder- und Seitenstrangs verbinden, als Bahnen auffassen, durch deren Vermittelung in der Rinde entstehende Impulse zur Auslösung unwillkürlicher Bewegungen führen.

---

[1]) In pathologischen Fällen von Läsion der Rinde oder der Hemisphären degenerieren die zum Stabkranz des Sehhügels gehörenden Faserbündel absteigend. Bisweilen wird hierbei auch Atrophie entsprechender Teile der Thalami selbst gefunden.

Der zweite, an der Gehirnbasis befindliche grosse Kern, der Nucleus lenticularis, steht ebenfalls in kontinuierlicher Verbindung mit der Hemisphärenoberfläche. Eines von den Bündeln, welche diese Verbindung herstellen, verläuft von den beiden medialen Gliedern oder dem sog. Globus pallidus (*fl* Schema 15; 16, Taf. Fig. VI) zur Rinde. Da dieses Bündel sich kurz vor der Geburt entwickelt, so ist es am Gehirn unreifer Neugeborener, wo es bereits markhaltig ist, unschwer nachzuweisen, während die übrigen Bündel der Grosshirnhemisphären zu dieser Zeit noch der Markscheiden entbehren.

Nach Edinger dient das genannte Bündel unter anderem zur Bildung der Laminae medullares und soll, nachdem es diese letzteren durchsetzt, kontinuierlich in die Haube des Pedunculus cerebri übergehen. Es ist möglich, ja wahrscheinlich, dass aus den Keilstrangkernen direkt zur Rinde aufsteigende Schleifenfasern in diesem Bündel verlaufen; dass letzteres aber wenigstens zum Teil aus den beiden medialen Gliedern des Linsenkerns stammt, kann nichts destoweniger keinem Zweifel unterliegen (*fl* Schema 15).

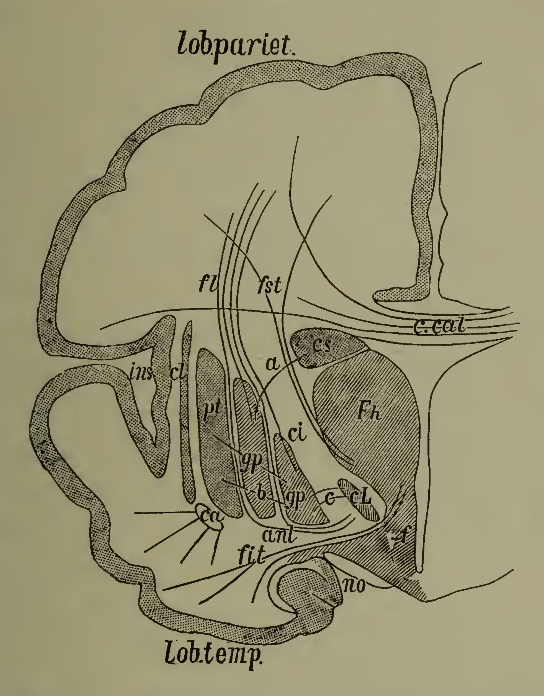
Was den Verlauf der eben erwähnten Faserzüge innerhalb der Hemisphären anlangt, so treten sie sehr bald zu einem kompakten Bündel zusammen, welches entlang dem medialen Rande des Linsenkerns zunächst etwas lateralwärts abweicht und dann zur Rinde der Parietalwindungen aufsteigt.

Ausserdem ist zu merken, dass der Globus pallidus in Bezug auf den Rest des Linsenkerns (das äussere Glied oder Putamen) und in Bezug auf den Nucleus caudatus gewissermassen die Rolle einer Zwischenstation, eines besonderen Ganglion, spielt, durch dessen Vermittelung die genannten Gebilde mit den tieferliegenden Hirngebieten sich verbinden. Anatomische Untersuchungen lehren nämlich, dass vom äusseren Glied des Linsenkerns eine beträchtliche Anzahl von Fasern zum Gebiet des zweiten und ersten Gliedes hinzieht (49, Taf. Fig. VI), und dass andererseits auch das Corpus caudatum zu den letzteren durch den vorderen Schenkel der Capsula interna seine

Fasern entsendet. Übrigens ist davon im Nachstehenden noch des Näheren die Rede.

Von weiteren Verknüpfungen der Rinde mit den basalen Kernen des Hirnstammes ist noch des Fornix zu gedenken. Derselbe ent-

Schema 15.



Schematische Darstellung der Fasern, welche aus dem Linsenkern und dem Sehhügel zur Rinde verlaufen.

c.cal — Corpus callosum; *cs* — Nucleus caudatus; *Fh* — Thalamus opticus; *cL* — Corpus Luys s. subthalamicum; *gp* — Globus pallidus nuclei lenticularis; *pt* — Putamen nuclei lenticularis; *cl* — Claustrum; *fst* — mittlerer Thalamusstiel; *fl* — Faserbündel, welches aus dem Globus pallidus und den Laminae medullares des Linsenkerns zur Rinde zieht und wahrscheinlich auch Fasern der aus den Hinterstrangskernen entspringenden Rindenschleife enthält; *anl* — Ansa nuclei lenticularis; *fit* — unterer Thalamusstiel; *f* — Fornix; *no* — nervus opticus; *ca* — vordere Kommissur; *ins* — Insula Reilii; *lob.pariet.* — Rinde des Parietallappens; *lob.temp.* — Rinde des Temporallappens; *ci* — Capsula interna; *a* — Fasern zur Verbindung des Nucleus caudatus mit dem Globus pallidus; *b* — Fasern zur Verbindung des Putamen mit dem Globus pallidus; *c* — Fasern, welche vom Luysschen Kern (corpus subthalamicum) zum Globus pallidus verlaufen.

hält ein mächtiges Fasersystem, welches aus dem medialen Kern des beiderseitigen Corpus mamillare nach vorne und aufwärts in Gestalt kompakter Bündel zieht, die als Gewölbe bezeichnet werden (57, Taf. Fig. VI). Die letzteren treten nahe der vorderen Grenze der Thalami in die Seitenventrikel hinein, wenden sich über den Sehhügeln nach hinten und teilweise nach aussen und bilden so das Gewölbe. Auf ihrer weiteren Bahn weichen diese Gewölbebündel allmählich immer mehr lateralwärts ab, wenden sich dann nach unten, umziehen den hinteren Teil der Thalami und gehen in die Unterhörner des Seitenventrikels in Gestalt der sg. Fimbriae über, welche an der Spitze des Ammonshorns endigen und Fasern des Alveus und zum Teil auch der Fascia dentata Tarini in sich aufnehmen.[1])

Die Faserbündel des Gewölbes (welche, beiläufig bemerkt, bei Zerstörungen des Grosshirns, wie ich mich wiederholt überzeugen konnte, absteigend degenerieren) dienen demnach als Bindeglied zwischen Rinde des medialen Randes der Basis des Schläfenlappens oder des sg. Ammonshorns und den Corpora mamillaria. Zur weiteren Fortsetzung dieser Bündel innerhalb des Hirnstamms aber dienen, wie die Untersuchungen Guddens lehren, die Stiele des Corpus mamillare, welche, wie wir sahen, nach unten nicht über die Ebene des inneren Abschnitts der Substantia nigra hinaus zu verfolgen sind.

Das Gewölbe enthält mindestens zwei Arten von Fasern. Dies geht aus dem Umstande hervor, dass bei Tieren ein beträchtlicher Teil der Fimbriafasern sich früher entwickelt, als die Fasern des zum Corpus mamillare ziehenden absteigenden Gewölbeschenkels. Demnach verläuft ein Teil der Fornixfasern, welche in der Fimbria aufsteigen, zweifellos nicht kontinuierlich bis zum Corpus mamillare. Es ist möglich, dass die Bahn dieser Fasern im Gebiet des Septum

---

[1]) Von Gudden, sowie von Monakow, wird die Existenz einer kleinen gekreuzten hinteren Fornixwurzel angenommen, welche nach Monakow in der centralen grauen Substanz entspringt.

pellucidum unterbrochen wird, aus welchem ein Faserbündel, der sog. Stiel septi pellucidi, durch die Substantia perforata anterior zum Thalamus opticus hinzieht. Andere Momente weisen darauf hin, dass ein Teil der Gewölbefasern vor Erreichung der centralen grauen Substanz sich zur Taenia thalami abzweigt, deren Fasern hauptsächlich in den Pedunculus conarii übergehen. Die endgiltige Entscheidung des Schicksals dieser Fragen aber muss zukünftigen genaueren Untersuchungen überlassen werden. Übrigens ist es nicht überflüssig hier zu vermerken, dass nach Beevor im Fornix noch Faserbündel sich finden, welche beide Ammonshörner unter einander verbinden.

Es bedarf jetzt einiger Worte über die Faserung des Streifenhügels (Corpus striatum). Beide Bestandteile desselben — der Nucleus caudatus und das Putamen des Linsenkerns, sind, wie erwähnt, modifizierte Rindenformationen. Ihre Ähnlichkeit mit der Hirnrinde offenbart sich, wie Wernicke zeigte, auch in ihren Verbindungen mit den darunterliegenden Gebilden. Fast alle Fasern, welche aus dem Streifenhügel und dem Putamen des Linsenkerns zum Hirnstamm ziehen, konvergieren nämlich nach Art eines Stabkranzes in der Richtung zum Globus pallidus hin und werden in den Zellen des letzteren unterbrochen.

Die aus dem Streifenhügel entspringenden Fasern verlaufen durch den vorderen Schenkel der Capsula interna und treten teils zur Lamina medullaris externa, um von hier in das zweite Glied des Globus pallidus sich einzusenken, teils direkt zu beiden medialen Gliedern des Linsenkerns. Ebenso treten aus dem Putamen Faserzüge hervor, welche durch die äussere Lamina medullaris in den Globus pallidus eindringen, wo sie sich mit den aus dem Corpus striatum kommenden Fasern vermischen.

Aus dem Gesagten erhellt, dass beide Laminae medullares des Linsenkernes zum grossen Teil durch die zum Globus pallidus tretenden Fasern des Streifenhügels und des Putamen gebildet werden. Man hat Grund zu der Annahme, dass in ihnen auch

Fasern aus dem Corpus striatum zur Haubenregion verlaufen, allein es fehlen hierüber noch genauere Angaben. Ausserdem ist es zweifellos, dass ein Teil der aus dem Globus pallidus hervorgehenden Fasern in den Laminae medullares verläuft.

Die Laminae medullares werden demnach sowohl durch Fasern gebildet, welche dem Corpus striatum und dem Putamen des Linsenkerns angehören, als auch durch solche, welche aus dem Globus pallidus in aufsteigender und absteigender Richtung hervorgehen (Fasern der Schleifenschicht und andere Verbindungen des Globus pallidus mit den Kernen des Hirnstammes).

Was die aus den Laminae medullares zur basalen Fläche des Linsenkerns tretenden Faserzüge betrifft, so wenden sie sich sogleich medianwärts und gelangen demnach unter den Globus pallidus, von welchem sich ihnen Fasern hinzugesellen. Sie bilden die sog. Linsenkernschlinge (Ansa nuclei lenticularis).

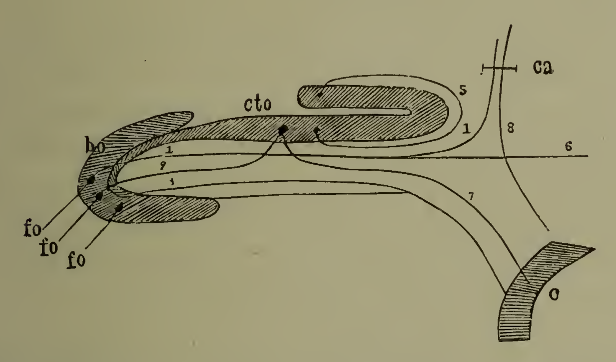
Sowohl das Corpus striatum, wie auch das Putamen des Linsenkerns stehen zweifellos nicht nur mit Kernen des Hirnstammes in Verbindung, sondern auch mit der Hirnrinde. Dass eine solche Verbindung durch die innere Kapsel bestehe, hat Meynert schon vor langer Zeit behauptet. Späterhin hat Wernicke auf Grundlage seiner Untersuchungen nachzuweisen gesucht, dass die aus der Hirnrinde in die Capsula interna eintretenden Faserzüge weder mit dem Streifenhügel, noch mit dem Putamen in Verbindung treten; wenn dagegen Fasern existieren, welche aus der inneren Kapsel in die erwähnten Gebilde sich einsenken, so durchsetzen sie letztere, ohne in zelligen Elementen unterbrochen zu werden.

Nach diesen Angaben Wernicke's musste es zweifelhaft erscheinen, ob überhaupt irgend welche Verbindungen des Corpus striatum mit der Hirnrinde existieren.

Allein durch spätere Untersuchungen ist dargethan worden, dass für beide genannte Bildungen eine solche Verbindung thatsächlich besteht, und zwar im wesentlichen durch das Gebiet der Capsula interna. Ein Teil der Fasern begiebt sich aus der Rinde

zum Putamen übrigens auch durch die äussere Kapsel; an geeigneten Präparaten kann man bisweilen sehen, wie dieses Faserbündel aus der Capsula externa in das Putamen eintritt, ja manchmal letzteres durchbohrt und zur Lamina medullaris externa sich wendet. Das Corpus striatum dagegen hängt mit der Rinde durch ein gesondertes Bündel zusammen, welches zu den motorischen Regionen der Hirnrinde, i. e. zu den Centralwindungen, hinzieht.

Schema 16.



Schematische Darstellung der Faserung der Fila olfactoria und der Bulbi olfactorii.

fo, *fo*, *fo* — Fasern der Fila olfactoria; *bo* — Bulbus olfactorius; *cto* — graue Substanz des Tractus olfactorius; *c* — Rinde des Temporallappens; *ca* — vordere Kommissur; *2* — Fasern, welche aus dem Bulbus hervortreten und in der Rinde des Tractus olfactorius endigen; *6* — Fasern, welche aus dem Bulbus kontinuierlich zu den Gehirnganglien (Thalamus opticus) ziehen; *3* und *7* — Fasern, welche Bestandteile der äusseren Wurzel des Tractus olfactorius bilden und aus dem Bulbus und Tractus olfactorius zur Rinde des Schläfenlappens verlaufen; *1* und *8* — Fasern der vorderen Kommissur, erstere (1) aus dem Bulbus olfactorius stammend; *5* — Fasern zur Verbindung des Bulbus olfactorius mit der Rinde des Stirnlappens (sog. obere Wurzel des Bulbus olfactorius).

Bianchi und D'Abundo beobachteten sogar Atrophie des Corpus striatum nach Zerstörung der motorischen Zone beim Hunde.[1])

Es erübrigt noch, diejenigen Fasern zu schildern, welche die graue Substanz des Bulbus olfactorius mit der Hirnrinde verbinden und die centrale Fortsetzung der Fila olfactoria darstellen.

---

[1]) S. Neurol. Centralbl. Orig. Mitth. 17. 1886.

Bei der äusseren Besichtigung der Bulbi olfactorii bemerkt man, dass der untere Teil des Tractus olfactorius, d. h. desjenigen Stranges, welcher den Bulbus mit der Hemisphäre verbindet, von weisser Farbe ist, d. h. aus Marksubstanz besteht. Diese letztere verläuft lateralwärts und nach hinten bis zur Spitze des Schläfenlappens und wird als laterale Olfaktoriuswurzel bezeichnet. Ausserdem unterscheidet man noch eine kleinere, zur vorderen Kommissur gehende mediale Wurzel, welche aber durch äussere Besichtigung nicht nachweisbar ist.

Beim Studium des feineren Baues des Bulbus und Tractus olfactorius können wir zunächst die Existenz von Fasern feststellen, welche aus der Rinde des Bulbus olfactorius hervorgehen und noch in der Rinde des Tractus olfactorius endigen (2, Schema 16). Andere Fasern entstehen im Bulbus und im Traktus, verlaufen nach hinten, gesellen sich zur lateralen Olfaktoriuswurzel und endigen in der Rinde des Ammonshorns (3 und 7, Schema 16). Die mediale Wurzel (1, Schema 16), welche einen Teil der Fasern der vorderen Kommissur bildet, ist beim Menschen, entsprechend der geringen Ausbildung der Bulbi olfactorii, nur äusserst schwach entwickelt. Bei Tieren dagegen, welche einen gut ausgebildeten Riechlappen besitzen, erreicht sie eine beträchtliche Grösse.

Es unterliegt ferner keinem Zweifel, dass im Olfaktoriusteil der vorderen Kommissur Fasern enthalten sind, welche zwischen beiden Bulbi olfactorii eine Kommissur bilden. Oben war auch erwähnt worden, dass nach den Angaben Obersteiner's von der zur vorderen Kommissur ziehenden Wurzel des Bulbus ein feines Faserbündel sich abzweigt, welches längs dem inneren Rande des unteren Abschnitts der inneren Kapsel zur vorderen Partie des Thalamus opticus verläuft (6, Schema 16).

Endlich giebt es Fasern, welche aus der Rinde des Tractus olfactorius zu den benachbarten Teilen des Stirnlappens ziehen. Sie werden gewöhnlich als obere Wurzel des Bulbus olfactorius beschrieben (5, Schema 16.)

Wir wenden uns nunmehr zur Schilderung der Associationsfasern der Grosshirnrinde. Dieselben zerfallen in zwei Hauptordnungen: 1. Gehirnkommissuren und 2. Associationsfasern im engeren Sinn. — Als Gehirnkommissuren bezeichnet man diejenigen Faserbündel, welche symmetrische Teile beider Hemisphären unter einander verbinden. Alle Fasern, welche verschiedene Bezirke einer Hemisphäre mit einander verknüpfen, nennt man insgesamt Associationsfasern im engeren Sinn.

Zur Kategorie der Gehirnkommissuren gehören hauptsächlich folgende zwei grosse Fasersysteme: 1. die Fasern des Corpus callosum und 2. die Fasern der vorderen Kommissur.[1])

Die Fasern des Corpus callosum bilden ein mächtiges Kommis surensystem zwischen beiden Hemisphären und gleichzeitig das Dach der Ventrikel des Grosshirns (*c. cal*, Schema 15). Sie entstehen eigentlich aus Achsencylinderfortsätzen der Pyramidenzellen der Rinde beider Hemisphären; ihre Endigung geschieht mit freien Verästelungen in der Nähe von Zellen symmetrischer Rindengebiete der ihrem Ursprung gegenüberliegenden Hemisphäre. Der Ausgangspunkt eines Teiles der Balkenfasern liegt demgemäss in der einen Hemisphäre, der Ursprung des anderen Teiles in der anderen Hemisphäre.[2])

Von der Mitte des Ventrikeldaches gehen die Balkenfasern fächerförmig nach beiden Seiten auseinander, kreuzen sich innerhalb der Hemisphären mit den aus dem Hirnstamm aufsteigenden Fasermassen, und erreichen darauf die Rinde der äusseren und oberen Hemisphärengebiete. Ein grosser Teil der Fasern, welche aus dem vorderen Ende des Balkens hervorgehen, wendet sich bogenförmig nach vorn zu den beiden Stirnlappen (Forceps anterior); die Fasern des hinteren Balkenendes beschreiben ähnliche Bogen

---

[1]) Über den Gehalt von Kommissurenfasern im Fornix ist oben bereits die Rede gewesen.

[2]) Diese Thatsachen sind neuerdings von W. A. Muratoff durch Untersuchung der sekundären Degenerationen bestätigt worden. (S. Protokolle des Vereins für Neuropathologie und Psychiatrie zu Moskau. 25. September 1892.)

auf ihrem Wege zu den hinteren Abschnitten der Hemisphären (Forceps posterior).[1]) Die Faserzüge des Rostrum corporis callosi endlich streben zur basalen Fläche der Stirnwindungen, was Henle veranlasste, sie als Commissura baseos alba zu beschreiben.

Die Balkenfasern verknüpfen demnach symmetrische Teile der Rinde beider Hemisphären, mit Ausnahme der Schläfenlappen, der basalen Oberfläche der Hinterhauptlappen und der grauen Substanz der Bulbi olfactorii.[2])

Nach einigen Autoren (Hamilton u. A.) findet im Corpus callosum eine Kreuzung recht ansehnlicher Fasermassen statt, welche von der Rinde zum Bereich der Gehirnganglien ziehen. Diese Angaben haben jedoch bislang durch präcisere Untersuchungsergebnisse nicht gestützt werden können. Sogar in den Fällen von Mangel des Corpus callosum fanden sich keine Erscheinungen von Atrophie im Gebiete der inneren Kapsel; das spricht augenscheinlich gegen das Vorkommen gekreuzter Fasern im Balken (s. die Fälle von Onufrowitsch im Archiv f. Psychiatrie XVIII, 2, und von Kaufmann im Archiv f. Psychiatrie XVIII, 3 und XIX, 1).[3])

Die vordere Kommissur (*ca*, Schema 16) dient gewissermassen zur Ergänzung des Balkens, denn sie verknüpft jene Teile der Hirnrinde, welche von den Balkenfasern unberücksichtigt bleiben. Das sind: ein beträchtlicher Teil des Schläfenlappens, die basalen Par-

---

[1]) Das sog. Tapetum gehört nach neueren Untersuchungen nicht, wie früher angenommen wurde, zum Balken, sondern ist ein Bestandteil des unterhalb des Balkens verlaufenden Längsbündels (s. unten.)

[2]) Nach Ramón y Cajal weisen die Balkenfasern, welche er bis zu den Cylinderfortsätzen der kleinen und grossen Pyramiden, resp. bis zu den Kollateralen dieser Fortsätze verfolgen konnte, auf ihrer Bahn nicht selten die Erscheinung der Bifurkation auf.

[3]) Wir möchten an dieser Stelle anführen, dass die Fasern des Corpus callosum (und wahrscheinlich auch die der vorderen Kommissur) während ihrer Entwickelung von beiden Seiten zur Mittellinie hin wachsen. Die graue Substanz, welche im Verlauf dieser Fasern vorkommt, atrophiert, und es bleibt nur der graue Belag der dorsalen und ventralen Seite des Balkens bestehen (Blumenau.)

tien des Hinterhauptlappens und endlich die Riechkolben.[1]) Beim Menschen ist der die Riechkolben verbindende Teil der vorderen Kommissur übrigens ein zartes Bündelchen; bei Tieren mit gut entwickeltem Riechläppchen erreicht er freilich beträchtlichere Dimensionen.

Was die Associationsfasern im engeren Sinne betrifft, welche wir als Verbindungsfasern verschiedener Teile derselben Hemisphäre oben definierten, so müssen wir dieselben in längere und kürzere einteilen. Jene dienen zur gegenseitigen Verknüpfung entfernter Teile derselben Hemisphäre, diese zur Verbindung zweier benachbarter Windungen oder einzelner Bezirke derselben Windung.

Von langen, entferntere Teile verknüpfenden Faserbündeln kennen wir folgende:

1) Das obere Längsbündel, Fasciculus longitudinalis superior (f. l. sup. Taf. Fig. VI) zieht durch die ganze Hemisphäre vom Hinterhauptlappen zum Stirnlappen. Wie ich durch die Untersuchung eines Falles von ausgebreiteter, mit Degeneration des oberen Längsbündels einhergehender Zerstörung des Lobus frontalis feststellen konnte, verläuft dieses Bündel entsprechend der Richtung der zweiten Stirnwindung, in den tiefen Partien der weissen Substanz, annähernd in der Mitte zwischen Dach der Seitenventrikel und Oberfläche der Hemisphären. Infolge dieses Umstandes ist es durch Präparation nicht leicht darstellbar.

2) Fasciculus longitudinalis subcallosus (fronto-occipitales Associationsbündel von Onufrowitsch und Kaufmann; Fasciculus subcallosus von Muratoff, f. sc. Taf. Fig. VI). Dieses Bündel geht hinten in das sogenannte Tapetum über und liegt mit seinem grössten Teile unmittelbar unter dem Balken; nach aussen wird es teils von Balkenfasern, teils von Stabkranzfasern, nach unten vom Ventrikelependym begrenzt. Gleich dem vorigen setzt auch dieses

---

[1]) Degeneration der Fasern der vorderen Kommissur im Gefolge von Erweichung des Gyrus lingualis ist in letzter Zeit von N. M. Popow (aus dem Laboratorium P. Flechsigs) mitgeteilt worden. Neurol. Centralbl. 22. 1886.

Bündel die Frontallappen mit den Occipitallappen in Verbindung. Auf Querschnitten ist es leicht nachweisbar, besonders durch die entwickelungsgeschichtliche Untersuchungsmethode, da die es zusammensetzenden Fasern später markhaltig werden, als die Faserzüge der benachbarten weissen Substanz und des Balkens. Dank dieser Eigentümlichkeiten des genannten Bündels habe ich letzteres schon vor langer Zeit und ganz unabhängig von den genannten Autoren erkannt.

3) Das untere Längsbündel, Fasciculus longitudinalis inferior (f. l. inf. Taf. Fig. VI) verläuft an der lateralen Seite des Hinterhornes und entlang der Wand des Unterhornes. An geeigneten, seiner Verlaufsrichtung entsprechend angelegten Durchschnitten ist dieses Bündel leicht wahrzunehmen; es verknüpft das occipitale Gebiet der Hemisphäre mit der Spitze des Schläfenlappens.

4) Das Hakenbündel, Fasciculus uncinatus (f. unc. Taf. Fig. VI) beginnt in den lateralen Abschnitten des Stirnlappens im Bereiche der dritten Stirnwindung und zieht um die Insel durch das Claustrum und die Capsula externa zum Schläfenlappen. Dieses auf seiner Bahn durch die Elemente des Claustrum unterbrochene Faserbündel ist offenbar bestimmt, die um die Insula Reilii herum gelegenen Windungen, insbesondere den Gyrus frontalis tertius, mit den Schläfenwindungen in Verbindung zu setzen.

5) Das Bündel des Gyrus fornicatus, Cingulum (cing. Taf. Fig. VI) beginnt im Gebiete der Substantia perforata anterior, verläuft unter der ganzen Ausdehnung des Gyrus fornicatus und wendet sich entlang dem Subiculum cornu Ammonis zur Spitze des letzteren. Nach neueren Untersuchungen von Beevor besteht der horizontale Abschnitt des Cingulum aus kürzeren Fasern, welche aus dem Gyrus fornicatus zum Centrum semiovale sich begeben. Sein vorderer Teil verbindet den Anfang des Bulbus olfactorius mit dem Stirnlappen, während die Fasern des hinteren Teiles des Cingulum den Gyrus hippocampi mit der ventralen Oberfläche des Schläfenlappens verknüpfen.

Endlich 6) das senkrechte Bündel, Fasciculus verticalis (Wernicke), zieht vom oberen Abschnitt des unteren Parietalläppchens senkrecht nach unten zum Gyrus fusiformis (f. vert. Taf. Fig. VI).

Zum Associationsfasersystem gehört zweifellos auch das, von Broca zuerst beschriebene Faserbündel, welches von der Spitze des Ammonshornes durch die Substantia perforata anterior nach vorn und innen zum unteren Ende des Gyrus fornicatus hinzieht. Dasselbe ist in seltenen Fällen bei äusserer Besichtigung der Gehirnbasis schon makroskopisch wahrnehmbar.

Zu den kurzen Associationsfasern zählt man gewöhnlich die sogenannten Fibrae arcuatae propriae Meynert, welche je zwei benachbarte Windungen in gegenseitige Verbindung setzen. Sie liegen unmittelbar unter der Rinde, zum Teil aber auch in der Rinde selbst, und zwar in deren tieferen Bezirken (f. p. Taf. Fig. VI). Grösstenteils quer zur Längsachse der Gyri verlaufen sie in Gestalt bogenförmiger Faserbündel unter den Sulci von einer Windung zur anderen. Auf der Bahn dieser Faserzüge finden sich in der Regel spindelförmige, den tiefen Rindengebieten angehörende zellige Elemente eingelagert.

Aber auch in den anderen Schichten der Hirnrinde sind zahlreiche Faserzüge anzutreffen, welche das Rindengrau in querer und schräger Richtung durchsetzen. Beträchtliche Bündel markhaltiger Fasern finden sich insbesondere innerhalb der ersten Schicht der Rinde, wo sie sich mehr in den äusseren Teilen anhäufen und als Tangentialschicht bezeichnet werden. Diese Faserbündel, welche sich im wesentlichen aus Zellen der oberen Schicht, zum Teil aber aus solchen tieferer Abschnitte der Rinde herleiten, haben zweifellos die Bedeutung von Associationsfasern.

Ausserdem habe ich als äusseres Associationssystem eine besondere Faserschicht beschrieben, welche in den tiefsten Abschnitten der ersten und an der Grenze der zweiten Rindenschicht gelegen ist. Dieselbe ist übrigens nur in einigen Gebieten der Hirnrinde, z. B. an der inneren Seite des Occipitallappens, gut ausgebildet.

Zu besonderer Mächtigkeit gelangt sie innerhalb des Subiculum cornu Ammonis und im Ammonshorn selbst; hier bildet das äussere Associationssystem eine ansehnliche Lage markhaltiger Fasern in den tiefen Abschnitten der feinkörnigen Schicht.

Es ist hier noch zu bemerken, dass die in der äussersten Partie der ersten Rindenschicht eingelagerten Fasern im wesentlichen quer oder schräg zur Längsachse der Windungen verlaufen; dagegen sind die obigen, an der Grenze der ersten und zweiten Schicht angehäuften Faserzüge im Hauptsächlichen parallel zum Längsdurchmesser der Gyri gerichtet. Wir können daraus schliessen, dass jene gewissermassen zur Ergänzung der in der Rinde hinziehenden, je zwei Windungen verknüpfenden Bogenfasern bestimmt sind, während diese dazu dienen, verschiedene, nicht selten recht entlegene Bezirke eines und desselben Gyrus in gegenseitige Verbindung zu setzen.

Aber nicht allein in der äusseren Schicht der Hirnrinde sind Associationsfasern enthalten. Vielmehr ist durch die Untersuchungen von Kaes und mir festgestellt worden, dass, abgesehen von den Fibrae propriae Meynerts und den Associationsfasern der äusseren Rindenschicht solche Faserzüge auch in anderen Teilen der grauen Rindensubstanz vorkommen, wie z. B. im Bereich der kleinen und grossen Pyramidenzellen und in den Nachbargebieten der weissen Markmasse. Die ersteren können als intermediäre Associationsfaserlage zusammengefasst werden, die letzteren als äussere Bogenfasern Meynerts (Fibrae propriae externae) von den tieferen oder inneren Meynertschen Bogenfasern unterschieden werden.

In natürlichem Anschluss an die Darstellung der Associationssysteme müssen wir hier der näheren Beziehungen gedenken, welche einerseits zwischen den zelligen Elementen der Rinde untereinander, andererseits zwischen diesen und den geschilderten, zur gegenseitigen Verbindung entlegener Zellen der Hirnrinde bestimmten Associationsfasern bestehen.

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass die Zellen der Hirnrinde voneinander ganz unabhängig sind und miteinander nirgends in

kontinuierlichem anatomischem Zusammenhang stehen. Funktionelle Wechselbeziehungen zwischen den Zellen werden dagegen vermittelt:

1) Durch den Kontakt der Protoplasmafortsätze zunächstgelegener Pyramidenzellen, wie dies auch bezüglich der multipolaren Zellen der Vorderhörner des Rückenmarkes feststeht; 2) durch den Kontakt der Kollateralen zelliger Achsencylinderfortsätze, welche in grösserer oder geringerer Entfernung in Geflechte feinster Nervenfibrillen sich einsenken; endlich 3) durch den Kontakt der Endverästelungen von Nervenfasern und Kollateralen der Achsencylinderfortsätze mit Protoplasmafortsätzen.

Was die Associationsfasern anlangt, so entspringen sie hauptsächlich aus Achsencylinderfortsätzen und deren Kollateralen und endigen mit ihren Ramifikationen frei in der Nähe von Zellen anderer Rindengebiete. Vielleicht entstehen sie auch aus den feinsten Fibrillen, aus welchen das nervöse Fasergeflecht der Rinde sich zusammensetzt; jedoch harrt diese Ansicht noch der weiteren Bestätigung.[1])

Aus dem Gesagten geht hervor, dass eine und dieselbe Zelle der Grosshirnrinde, analog den Zellen anderer grauer Formationen, in den mannigfaltigsten Wechselbeziehungen stehen kann sowohl mit Zellen anderer Rindengebiete, als auch mit solchen verschiedener entlegener grauer Nester. Wir gewinnen dadurch die Überzeugung, dass die Gehirnzelle keine eigene specifische Funktion besitzt und demgemäss nicht bestimmt ist, irgend eine einzige, ihr zuerteilte Aufgabe zu verwirklichen. Die Natur ihrer Erregung hängt nicht von ihr selbst, von der Eigenart ihrer Struktur ab, son-

---

[1]) Die neuerdings von Monakow (Arch. des sciences physiques et naturelles. XX, III. 1888) geäusserte Annahme, derzufolge die kleinen Zellen der Rinde zum Ursprung von Associationsfasern, die grossen — von Leitungsfasern dienen, erscheint uns wenig wahrscheinlich, zumal dieselbe unvereinbar ist mit den Ergebnissen, welche wir durch die Behandlung von Rindenpräparaten nach der Methode von Golgi gewinnen.

dern vielmehr von der Art ihrer Wechselbeziehungen mit den Endapparaten der Empfindung oder Bewegung.

Zum Schluss sei hier noch ein kurzer Rückblick auf die wichtigsten Leitungsbahnen im Centralnervensystem gestattet.

Alle im Vorstehenden geschilderten Fasersysteme können nach Massgabe dessen, ob sie sich peripheriewärts zu sensiblen oder motorischen Nerven gesellen, insgesamt in aufsteigende und absteigende getrennt werden.

Von den aufsteigenden Systemen, welche die Erregung von der Peripherie zur Grosshirnrinde fortleiten, sind folgende die wichtigsten:

1) Hintere Wurzeln; Gollsche Stränge und Kerne der zarten Stränge; hintere oder obere Kreuzung der Oblongata; medialer Abschnitt der Hauptschleife; Rinde der hinteren Centralwindung und des Parietallappens.

2) Hintere Wurzeln; Burdachsche Stränge und Kerne der Keilstränge; hintere oder obere Kreuzung; lateraler Abschnitt der Hauptschleife; Rinde der hinteren Centralwindung und der parietalen Gebiete des Grosshirns.

3) Hintere Wurzeln; Kreuzung in der hinteren Kommissur des Rückenmarkes(?); mediales oder inneres Bündel des Seitenstranges; lateraler Bezirk der Formatio reticularis; Rinde der parietalen Gebiete des Grosshirns(?).

4) Hintere Wurzeln; (Kreuzung in der vorderen Kommissur?); antero-laterales Seitenstrangbündel; lateraler Abschnitt der Formatio reticularis; Rinde des parietalen Bereiches des Grosshirns(?).

5) Hintere Wurzeln; Kreuzung in der vorderen Kommissur des Rückenmarkes; aufsteigende Faserzüge im vorderen und seitlichen Grundbündel; Fortsetzung in der Schleifenschicht; Rinde der Parietalwindungen.

6) Hintere Wurzeln; Kleinhirnseitenstrangbündel und Oberwurm des Kleinhirns; vorderer Kleinhirnschenkel; Kreuzung des

letzteren unter den Vierhügeln; Rinde der parietalen Gebiete des Grosshirns.

7) Nervus trigeminus; dessen sensible Kerne im verlängerten Mark; Kreuzung der aus den letzteren entspringenden Fasern in der Raphe; zerstreute accessorische Bündel der Schleifenschicht; Rinde der parietalen Gebiete des Grosshirns.

8) Nervus glossopharyngeus und dessen sensitive Kerne im verlängerten Mark; Kreuzung der aus diesen Kernen hervorgehenden Fasern in der Raphe der Medulla oblongata; zerstreute accessorische Bündel der Schleifenschicht; Rinde der parietalen Grosshirngebiete.

9) Sensible Vagusfasern; deren Kerne in der Oblongata; partielle Kreuzung der aus diesen Kernen entstehenden Fasern in der Raphe des verlängerten Markes; zerstreute accessorische Bündel der Schleifenschicht; Grosshirnrinde (Centralwindungen und zum Teil Parietalwindungen).

10) Ramus cochlearis acustici; dessen Kerne im verlängerten Marke (vorderer Kern und Tuberculum acusticum); Kreuzung der aus diesen Kernen entspringenden Fasern in der Raphe und im Corpus trapezoides; laterale Schleife; hinteres Brachium; Faserbündel aus dem Corpus geniculatum mediale zu den Hemisphären des Grosshirns; Rinde des Temporallappens.

11) Ramus vestibularis acustici; von mir beschriebener Kern des Nervus vestibularis und Deitersscher Kern (?); Faserbündel des medialen Abschnittes des hinteren Kleinhirnschenkels; Fasern des vorderen Kleinhirnschenkels; deren Kreuzung unter den Vierhügeln; Rinde des parietalen Bereiches des Grosshirns.

12) Nervus opticus; partielle Kreuzung seiner Fasern im Chiasma; Faserzüge des Tractus opticus; Faserbündel aus den primären Optikuskernen (dem Corpus geniculatum laterale und dem vorderen Vierhügel) zu den Grosshirnhemisphären; Rinde des Occipitallappens beider Hemisphären.

13) Riechzellen und Nerven der Schneiderschen Membran; Bulbus olfactorius; Rinde der Spitze des Temporallappens.

Ausserdem besitzen beide Hinterstrangbündel, sowie das anterolaterale Seitenstrangbündel eine kollaterale Verbindung mit der Grosshirnrinde durch den hinteren und den vorderen Kleinhirnschenkel.

Was die centrifugalen Systeme betrifft, welche die Rinde mit der Körperperipherie in Verbindung setzen, so können wir nach Massgabe der Richtung der Faserdegenerationen, sowie ihrer Verbindung mit den vorderen Wurzeln und den motorischen Kernen des Hirnstammes, folgende namhaft machen:

1) Centralwindungen der Grosshirnrinde; Pyramidenbündel; deren partielle Kreuzung in der Oblongata; Pyramidenvorderstrang- und Pyramidenseitenstrangbündel des Rückenmarkes; vordere Wurzeln beider Seiten.

2) Rinde der hinteren Abschnitte der Stirnwindungen und des unteren Bereiches der Centralwindungen; mediales accessorisches Bündel der Schleifenschicht; dessen Kreuzung in der Raphe; motorische Nerven der Oblongata (Hypoglossus, Facialis u. s. w.).

3) Ein ähnliches, anatomisch noch nicht genauer erforschtes Fasersystem setzt die Grosshirnrinde mit den für die Augenbewegungen bestimmten Nerven in Verbindung.

4) Rinde der vorderen Teile der Grosshirnhemisphäre und der Inselwindungen; mediales Brückensystem; weitere Verbindungen der grauen Massen des vorderen Abschnittes des Pons durch Kleinhirn.

5) Rinde der hinteren Gebiete und der Temporallappen der Hemisphäre; laterales Brückensystem; weitere Verbindungen der grauen Substanz des vorderen Brückenabschnittes durch Kleinhirn.

6) Rinde der äusseren Oberfläche der Hemisphären (Stirnlappen, Central-, Parietal- und Temporalwindungen); Stabkranz des Thalamus opticus; Fasern der Formatio reticularis; Vicq d'Azyrsches Bündel und Haubenbündel von Gudden; partielle Kreuzung in der Raphe; Vorder-Seitenstranggrundbündel des Rückenmarkes; vordere Wurzeln.

7) Rinde der parietalen (?) Grosshirngebiete; Kreuzung der Fasern im dorsalen Abschnitte der hinteren Kommissur; Fasern der Formatio reticularis; deren weitere Fortsetzung im Rückenmark.

8) Rinde des Ammonshornes; Fasern des Fornix; Pedunculus corporis mamillaris; dessen weitere absteigende Fortsetzungen.

9) Rinde der Grosshirnhemisphären; Verbindungsbündel der Rinde mit den Grosshirnganglien (Nucleus caudatus und Putamen nuclei lentiformis); Faserbündel des medialen Abschnittes der Basis pedunculi cerebri; deren weitere absteigende Fortsetzung.

Ausser den genannten Leitungsbahnen giebt es noch zwei Systeme centraler Bahnen, welche durch das Kleinhirn hindurchgehen. Das eine verläuft im vorderen Kleinhirnschenkel und setzt sich wahrscheinlich in einem der Bündel des hinteren oder mittleren Kleinhirnschenkels zur Formatio reticularis fort. Das andere System erstreckt sich im centralen Haubenbündel, in den von den unteren Oliven zum Kleinhirn ziehenden Fasern, welch letzteres seinerseits (durch seinen mittleren Schenkel) Verbindungen mit der Formatio reticularis besitzt und dadurch mit den vorderen Seitenstranggrundbündeln und mit den vorderen Rückenmarkwurzeln zusammenhängt. — Die Verbindungen der genannten Systeme mit der Grosshirnrinde sind bislang nicht erforscht.

Es muss noch hervorgehoben werden, dass neben den geschilderten Systemen im Centralnervensystem zahlreiche Faserbündel oder Fasersysteme vorkommen, welche nicht zur Übertragung von Reizen aus der Peripherie zur Rinde oder umgekehrt dienen, sondern deren Aufgabe darin besteht, Erregungen von einer Leitungsbahn auf eine andere fortzupflanzen. Letzteres wird dadurch ermöglicht, dass die Leitungsbahnen nicht kontinuierlich von der Peripherie zur Rinde und umgekehrt verlaufen, sondern auf ihrem Wege in Anhäufungen grauer Substanz unterbrochen werden, welche ihrerseits durch Associationsfasern mit anderen grauen Nestern zusammenhängen.

Associationsfasern finden sich reichlich in sämtlichen Teilen des Centralnervensystems. Im Rückenmark spielen z. B. die Fasern der

hinteren Kommissur, welche die Zellen beider Hinterhörner in gegenseitige Verbindung setzen, die Rolle von Associationssystemen oder -bündeln. In der Oblongata sind es die Associationsfasern zwischen den sensiblen Gehirnnerven; ferner zahlreiche Fasern und Faserbündel, welche die grauen Kerne des Hirnstammes und die verschiedenen Bezirke der grauen Substanz des Kleinhirns untereinander verknüpfen. Im Grosshirn endlich giebt es, wie wir sahen, ein mächtiges System von Associationsfasern und -faserbündeln, welche den anatomischen und gleichzeitig funktionellen Zusammenhang verschiedener Teile der Hemisphären bedingen.

Erklärung der Tafel.

Schematische Darstellung von Durchschnitten des Rückenmarkes, der Oblongata und des Gehirns mit Angabe des Verlaufes der wichtigsten Leitungsbahnen.

Fig. I. Querschnitt des Rückenmarkes. Die rechte Hälfte entspricht dem oberen Teil der Lendenanschwellung, die linke dem unteren Teil der Halsanschwellung.

a— vordere, *p'*— hintere mediale, *p''*— hintere laterale Wurzeln; *kl*—Clarkesche Säulen; *s*—laterales Wurzelgebiet oder Randzone.

Rot sind gezeichnet: *2''*—vorderes Gebiet der Burdachschen Stränge; *2'*—mittleres, und *2*—peripheres oder dorso-laterales Gebiet der Burdachschen Stränge; *5*—mediale (innere) Bündel der Seitenstränge; *6*—vordere-äussere (antero-laterale) Bündel der Seitenstränge.

Gelb: 1—Gollsche Stränge.

Lila: 3—Direkte Kleinhirnseitenstränge.

Blau: *4'*—ungekreuzte Pyramidenvorderstränge, und *4*—gekreuzte Pyramidenseitenstränge.

Grün: 8—Grundbündel der Seitenstränge; *7*—Seitenstrangfasern, welche längs der lateralen Fläche der Oblongata bis zur Höhe der oberen Oliven emporsteigen; *9*—Grundbündel des Vorderstranges.

Schwarz gezeichnet sind die Konturen der grauen Substanz, die Wurzeln und deren Fortsetzungen innerhalb der grauen Substanz des Rückenmarkes.

Fig. II. Querschnitt des verlängerten Markes, *rechts* — dem Austritt des oberen Teiles des Hypoglossus und des Vagus, *links* — dem Austritt des Glossopharyngeus entsprechend.

nfg — oberer Teil des nucleus funiculi gracilis; *nfc* — oberer Teil des nucleus funiculi cuneati; *sg* — Substantia gelatinosa des Nervus trigeminus; *nla, nlp* — Seitenstrangkerne; *oi* — untere Oliven; *ois* — Nebenoliven; *nci* — Nucleus centralis inferior; *nrp* — Nucleus funiculi anterioris (nucleus respiratorius); *V*, *VIII*, *IX, X, XII* — Kerne und Wurzeln der entsprechenden Nervenpaare; *IX und X* — fasciculus solitarius oder aufsteigende Wurzel des Glossopharyngeus und Vagus.

Rot sind gezeichnet: *2* — Fasern des Keilstranges; *2'''* — Fasern aus dem Kern des Keilstranges zum Corpus restiforme; *6* — Fasern des Fasciculus antero-lateralis der Seitenstränge; *17* — Gebiet der spät angelegten zerstreuten Fasern des äusseren Feldes der Formatio reticularis medullae oblongatae et pontis; *13* — Fasern der Olivenzwischenschicht, aus den Kernen der Keilstränge hervorgehend; *14* — Fasern aus dem Kern des Keilstranges zum Nucleus centralis inferior; *34* — Fasern des Corpus restiforme, aus den Seitenstrangkernen hervorgehend.

Gelb: 1 — Zarte Stränge; *11* — Fasern des Corpus restiforme, welche aus dem anderseitigen Kern der zarten Stränge stammen; *11'* — Fasern des Corpus restiforme aus dem gleichseitigen Kern der zarten Stränge; *10* — Fasern der Olivenzwischenschicht, aus dem Kern der zarten Stränge stammend.

Lila: 3 — Fasern des direkten Kleinhirnseitenstranges (innerhalb des Corpus restiforme); *36* — Fasern aus den unteren Oliven zum Kleinhirn; *35* — Fasern der centralen Haubenbahn.

Blau: 4 — Pyramidenbündel.

Grün: 9 — Fortsetzung des Grundbündels der Vorderstränge zur Formatio reticularis; *8* — Fortsetzung des Grundbündels der Seitenstränge zur Formatio reticularis; *8'* — Fasern aus dem Gebiet des Deitersschen Kerns; *7* — Seitenstrangfasern, welche längs der

lateralen Fläche des verlängerten Markes emporsteigen (aberrierendes oder peripheres Bündel der Medulla oblongata).

Schwarz: Conturen der grauen Substanz und Wurzeln von Hirnnerven.

Fig. III. Querschnitt durch Hirnstamm und Kleinhirn im Niveau des Pons Varoli. *Rechts* — unterer Teil der Brücke in der Höhe des Akustikus; *links* — mittlerer Teil der Brücke in der Höhe des Abducens und Facialis.

v — Vermis superior des Kleinhirnes; *nt* — Dachkern des Kleinhirnes; *ng* — Kugelkern; *cd* — Corpus dentatum; *nD* — Deitersscher Kern; *sg* — Substantia gelatinosa nervi trigemini; *os* — obere Oliven; *nrt* — Nucleus reticularis tegmenti; *ntr* — Kern des Corpus trapezoides; *np* — Graue Substanz der Brücke; *V* — aufsteigende Wurzel des Trigeminus; *VI, VII, VIII* — Wurzeln und Kerne der entsprechenden Nervenpaare (von den Wurzeln des Akustikus ist links nur die vordere; rechts die vordere, mehr nach innen gelegene, und ein Teil der hinteren, mehr nach aussen gelegenen Wurzeln dargestellt).

Rot sind gezeichnet: *13* — Fasern der Hauptschleife aus den Kernen der Keilstränge (Fortsetzung des entsprechenden Teiles der Olivenzwischenschicht (s. Taf. Fig. II.); *10'* — zerstreute Bündel der Hauptschleife; *17* — Gebiet der spät angelegten zerstreuten Fasern des äusseren Feldes der Formatio reticularis; *18* — Fasern des Corpus trapezoides, welche aus dem vorderen Kern des Akustikus zur oberen Olive der entsprechenden Seite ziehen; *19* — Fasern des Corpus trapezoides aus dem vorderen Akustikuskern zur anderseitigen oberen Olive und zur dorsalen Schicht der letzteren, welche sich in das Gebiet der lateralen Schleife fortsetzt; *2'''* — Fasern des Corpus restiforme aus den Kernen der Keilstränge; *34* — Fasern des Corpus restiforme aus den Kernen der Seitenstränge.

Gelb: *10* — Fasern der Hauptschleife aus den Kernen der zarten Stränge (Fortsetzung der entsprechenden Partie der Olivenzwischenschicht s. Taf. Fig. II.); *11* — Fasern des Corpus restiforme aus den

Kernen der zarten Stränge; *41*—Fasern aus dem Kern des Ramus vestibularis nervi acustici (seiner vorderen Wurzel) zum Kleinhirn.

Lila: *35*—Fasern der centralen Haubenbahn; *3*—Fasern des direkten Kleinhirnseitenstranges innerhalb des Corpus restiforme; *36*—Fasern der unteren Oliven zum Kleinhirn; *38*—Fasern des spinalen Bündels des mittleren Kleinhirnstieles; *21*—Fasern, welche die oberen Oliven mit den Dachkernen verbinden; *45*, *39, 42*—einzelne Bündel des vorderen Kleinhirnschenkels; *37*—Fasern aus dem Corpus dentatum zur Rinde des Kleinhirnes; *44*—Fasern aus dem Dachkern zur Rinde des Wurmes; *43*—Fasern aus dem Nucleus globosus und emboliformis zur Rinde des Kleinhirnes.

Blau: *4*—Pyramidenbündel; *40*—Fasern des cerebralen Bündels des mittleren Kleinhirnschenkels.

Grün: *9'''*—hinteres Längsbündel und überhaupt die Fortsetzung des Grundbündels der Vorderstränge des Rückenmarkes; *8*—Fortsetzung des Grundbündels der Seitenstränge des Rückenmarkes; *8'*—Fasern aus der Gegend des Deitersschen Kernes; *7*—Fasern der Seitenstränge, welche an der lateralen Fläche der Medulla oblongata aufwärts ziehen; *20*—Fasern, welche die oberen Oliven mit dem Kern des Abducens verbinden.

Schwarz gezeichnet sind, ausser den Konturen der grauen Substanz, die Wurzeln von Hirnnerven.

Fig. IV. Querschnitt durch die untere Hälfte der Varolsbrücke. Die linke Hälfte der Abbildung bezieht sich auf den oberen, die rechte auf den unteren Bereich der Brücke.

os—obere Oliven; *ncs*—oberer centraler Kern (nucleus centralis superior); *nrt*—Nucleus reticularis tegmenti; *nl*—Kern der lateralen Schleife; *np*—graue Massen der Brücke; *V, V'*—Wurzeln des Quintus.

Rot sind gezeichnet: *13*—Fasern der Hauptschleife aus den Keilsträngen; *10'*—zerstreute Bündel der Hauptschleife; *17*—Gebiet der spät angelegten zerstreuten Fasern des äusseren Feldes der

Formatio reticularis medullae oblongatae et pontis; *19*—Fasern der lateralen Schleife.

Gelb: 10—Fasern der Hauptschleife aus den Kernen der zarten Stränge; *22*—Fasern aus dem Bereich des hinteren Vierhügels zum nucleus reticularis und zum Pons.

Lila: 35—Fasern der centralen Haubenbahn; *24*—Fasern, welche innerhalb der Raphe aus den grauen Massen der Brücke zu den Kernen der Formatio reticularis hinaufziehen; *38*—Fasern des spinalen Bündels des mittleren Kleinhirnschenkels; *45, 39, 42*—einzelne Bündel des vorderen Kleinhirnschenkels.

Blau: 4—Fasern des Pyramidenbündels; *26*—Fasern des medialen accessorischen Bündels der Schleifenschicht (aus motorischen Hirnnervenkernen); *40*—Fasern des cerebralen Bündels des mittleren Kleinhirnschenkels; *50*—Fasern, welche die graue Substanz der Brücke mit der Rinde des vorderen Bereichs der Grosshirnhemisphären verbinden; *51*—Fasern, welche die graue Substanz der Brücke mit der Rinde der hinteren Gebiete und des Temporallappens der Hemisphäre verknüpfen.

Grün: 9'''—hinteres Längsbündel (Fortsetzung des Vorderstranggrundbündels); *8*—Fasern, die Fortsetzung des Seitenstranggrundbündels darstellend; *46*—Kommissurenbündel, ventralwärts vom vorderen Kleinhirnschenkel liegend.

Fig. V. Querschnitt durch den Hirnstamm in der Ebene der Pedunculi cerebri. Die rechte Hälfte bezieht sich auf die Gegend des hinteren Vierhügels, die linke auf die des vorderen Vierhügels.

cqi—hinterer oder unterer Vierhügel; *cqs*—vorderer oder oberer Vierhügel; *nll*—Corpus parabigeminum; *ni*—Nucleus innominatus; *nr*—roter Kern; *sn*—Substantia nigra; *cc*—Corpus candicans s. mamillare; *cgi*—Corpus geniculatum internum; *nIII*—Kern der hinteren Komissur oder oberer Okulomotoriuskern; *III, IV*—Wurzeln und Kerne der entsprechenden Nervenpaare.

Rot sind gezeichnet: *19*—Fasern der lateralen Schleife, welche in den hinteren Vierhügel eintreten; *29*—Fasern des hinteren Brachium, aus dem hinteren Vierhügel der gleichen und der entgegengesetzten Seite; *13*—Fasern der Hauptschleife aus dem Kern des Keilstranges; *13'*—Fasern der Hauptschleife, welche zum Vierhügelgebiet sich begeben; *10'*—zerstreute Bündel der Schleifenschicht, welche in den Grosshirnschenkel übergehen; *17*—Gebiet der spät angelegten zerstreuten Fasern der Formatio reticularis medullae oblongatae et pontis.

Gelb: 10—Fasern der Hauptschleife aus dem Kern des zarten Stranges; *28*—Fasern aus dem Kern des hinteren Vierhügels zum Thalamus opticus (sog. obere Schleife); *56*—Fasern aus dem vorderen Vierhügel zur Rinde der Hemisphäre.

Lila: 39, 42, 45—Fasern des vorderen Kleinhirnschenkels vor ihrem Eintritt in den roten Kern; *47, 48*—Fasern aus dem roten Kern zum nucleus lenticularis, zum Thalamus und zur Rinde der Hemisphären; *35*—Fasern der centralen Haubenbahn.

Grün: 9—hinteres Längsbündel; *31*—Fasern des dorsalen Gebietes der hinteren Kommissur; *31'*—Fasern des ventralen Abschnittes der hinteren Kommissur; *27*—Meynertsches Bündel oder Fasciculus retroflexus; *32*—Vicq d'Azyrsches Bündel; *25'*—Pedunculus corporis mamillaris; *58*—Fasern aus der grauen Substanz des vorderen Vierhügels zum Gebiet des anderseitigen roten Kernes.

Blau: 4—Pyramidenbündel; *50*—Fasern zur Verbindung der grauen Substanz der Brücke mit den Stirnlappen der Hemisphären; *51*—Fasern zur Verbindung der grauen Substanz der Brücke mit den hinteren Gebieten und Temporallappen der Gehirnrinde; *26*—Fasern des accessorischen Bündels der Schleifenschicht; *26'*—Fasern zur Verbindung der Substantia nigra mit den Grosshirnhemisphären.

Schwarz: Konturen der grauen Substanz; Wurzeln des III. und IV. Nervenpaares.

Fig. VI. Gehirn und ein Teil des Rückenmarkes im Profil. *cs*—corpus striatum; *th*—Thalamus opticus; *gp*—globus pallidus; *npe*—äusserer Kern des Thalamus; *na*—vorderer Kern des Thalamus; *cge*—Corpus geniculatum externum; *cgi*—Corpus geniculatum internum; *sgc*—graue Substanz des III. Ventrikels; *nh*—Nucleus habenulae; *cL*—Luysscher Kern oder Corpus subthalamicum; *cc*—Corpus candicans s. mamillare; *ni*—nucleus innominatus; *gi*—Ganglion interpedunculare (Gudden); *sn*—Substantia nigra; *nr*—roter Kern; *nll*—Nucleus lemnisci lateralis s. corpus parabigeminum; *cqs*—Corpus quadrigeminum superius; *cqi*—Corpus quadrigeminum inferius; *gpn*—Glandula pinealis; *ncs*—Nucleus centralis superior; *np*—graue Substanz der Brücke; *nrt*—Nucleus reticularis tegmenti; *os*—obere Oliven; *nl*—Kern der lateralen Schleife; *nci*—Nucleus centralis inferior; *nrp*—Nucleus funiculi anterioris s. respiratorius (von N. Misslawsky); *oi*—untere Olive; *nD*—Deitersscher Kern; *nt*—Dachkern; *em*—Embolus; *cd*—Corpus dentatum; *nla*, *nlp*—Seitenstrangkerne; *nfg*—Nucleus funiculi gracilis; *nfc*—Nucleus funiculi cuneati; *III, IV, VI, VII, VIII*—Kerne der entsprechenden Gehirnnervenpaare.

Rot: 2—hintere laterale oder Keilstränge; *5*—mediales (inneres) Bündel des Seitenstranges; *6*—antero-laterales Bündel des Seitenstranges; *2'''*—Fasern aus den Kernen der Keilstränge zum Kleinhirn; *34*—Fasern aus den Seitenstrangkernen zum Kleinhirn; *17*—Gebiet der spät angelegten zerstreuten Fasern des äusseren Feldes der Formatio reticularis medullae oblongatae et pontis; *14*—Fasern aus den Kernen der Keilstränge zum Nucleus centralis inferior (durch die hintere Kreuzung); *13*—Fasern der Hauptschleife aus den Kernen der Keilstränge; *13', 13''*—Fasern der Hauptschleife zum Gebiet des Vierhügels und des Corpus subthalamicum; *10'*—zerstreute Bündel der Hauptschleife (aus sensiblen Kernen von Hirnnerven?); *15*—Fasern zur Verbindung des Corpus subthalamicum mit dem Globus pallidus; *18*—Fasern des Corpus trapezoides, welche aus dem vorderen Kern des Akustikus zur oberen Olive und zur lateralen Schleife ziehen; *19*—Fasern der lateralen Schleife;

29—Fasern des hinteren Brachium; *29'*—Fasern aus dem Corpus geniculatum internum zur Rinde des Temporallappens; *16*—Fasern aus dem Globus pallidus zur Rinde der Hemisphären.

Gelb: 1—hintere mediale oder zarte Stränge; *11*—Fasern aus den Kernen der zarten Stränge zum Kleinhirn; *10*—Fasern der Schleife aus den Kernen der zarten Stränge; *10''*—Fasern der Schleifenschicht zum nucleus reticularis tegmenti; *41*—Fasern aus dem Kern des n. vestibularis und dem Deitersschen Kern(?) zum Kleinhirn; *22*—Fasern zur Verbindung des hinteren Vierhügels mit dem Nucleus reticularis tegmenti; *28*—Fasern aus dem Kern des hinteren Vierhügels zum Thalamus opticus (sog. obere Schleife); *30*—Fasern zur Verbindung des vorderen Vierhügels mit dem Corpus geniculatum externum; *56*—Fasern aus dem vorderen Vierhügel und dem lateralen Kniehöcker zur Rinde der Hemisphäre.

Lila: 3—Kleinhirnseitenstrangbündel; *35*—centrale Haubenbahn; *36*—Fasern zur Verbindung der unteren Oliven mit dem Kleinhirn; *37*—Fasern zur Verbindung der Corpora dentata des Kleinhirnes mit der Rinde des letzteren; *39, 42*, *45*—Faserbündel, welche in den vorderen Kleinhirnschenkel eintreten; *43, 44*—Fasern zur Verbindung der centralen Kerne des Kleinhirnes mit der Rinde des letzteren; *38*—cerebrales Bündel des mittleren Kleinhirnschenkels; *24*—Fasern, welche aus der Brücke durch die Raphe zur Formatio reticularis und zum Nucleus reticularis tegmenti sich begeben; *21*—Fasern zur Verbindung des Dachkernes mit den oberen Oliven; *47, 48*—Fasern aus dem roten Kern zum Nucleus lenticularis, zum Thalamus opticus und zur Rinde der Hemisphären.

Grün: 8—Fasern des Grundbündels der Seiten- und Vorderstränge des Rückenmarkes, welche sich in die Formatio reticularis fortsetzen; *7*—Fasern der Seitenstränge, welche an der lateralen Fläche der Oblongata aufwärts ziehen; *8'*—Fasern aus dem Grundbündel der Seitenstränge zum Deitersschen Kern; *9*—Fasern des Grundbündels der Vorderstränge; *9', 9''*—Fasern des Grundbündels der Vorderstränge, welche zum Nucleus reticularis tegmenti und

zum Nucleus centralis superior sich abzweigen: *9'''*—Fasern des hinteren Längsbündels, welche zur Fortsetzung des Grundbündels der Vorderstränge dienen; *15'*—centrale Fortsetzung des aberrierenden Bündels der Oblongata; *20*—Fasern aus den oberen Oliven zum Abducenskern; *46*—Kommissurenbündel an der ventralen Seite des vorderen Kleinhirnschenkels; *23*—Fasern aus dem Gebiet des Thalamus opticus zum Gebiet der Formatio reticularis; *25*—Haubenbündel von Gudden; *25'*—Pedunculus corporis mamillaris; *31, 31'*—Fasern des dorsalen und ventralen Abschnittes der hinteren Kommissur; *31''*—Fasern von der Glandula pinealis zur Gegend des nucleus habenulae; *32*—Vicq d'Azyrsches Bündel; *27*—Meynertsches Bündel s. fasciculus retroflexus; *57*—Fasern des Gewölbes; *33*—Fasern zur Verbindung des Thalamus opticus mit dem nucleus lenticularis; *52, 53, 54, 55, 55'*—Fasern aus dem Thalamus opticus zur Rinde der Hemisphären.

Blau: 4—Pyramidenbündel; *4'*—Ungekreuztes Pyramidenvorderstrangbündel des Rückenmarkes; *40*—Cerebrales Bündel des mittleren Kleinhirnschenkels; *49*—Fasern zur Verbindung des Corpus striatum mit dem Globus pallidus; *50, 50'*—Fasern des medialen Teiles der Basis des Grosshirnschenkels zur Verbindung der grauen Substanz der Brücke mit den Frontallappen und mit dem Corpus striatum; *51*—Fasern des lateralen Teiles der Basis des Grosshirnschenkels zur Verbindung der grauen Massen der Brücke mit der Rinde des Occipital- und Temporallappens; *26*—Fasern des accessorischen Bündels der Schleifenschicht; *26*—Fasern zur Verbindung der Substantia nigra mit den Grosshirnhemisphären.

Schwarz gezeichnet sind, ausser den Konturen der grauen Substanz:

b. olf.—Bulbus olfactorius; und die Associationsfasern: *f. l. sup.*—Fasciculus longitudinalis superior; *f. l. inf.*—Fasciculus longitudinalis inferior; *cing*—Cingulum; *f. unc.*—Fasciculus uncinatus; *f. vert.*—Fasciculus verticalis; *fsc*—Fasciculus subcallosus.

Litteratur.

---

1) *O. Deiters.* Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. Braunschweig. 1865.

2) *B. Stilling.* Über die Medulla oblongata. Erlangen. 1843.

3) — Über den Bau des Hirnknotens oder der Varolischen Brücke. Jena. 1846.

4) — Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. 1857, 1859.

5) — Untersuchungen über den Bau des kleinen Gehirnes des Menschen. Kassel. 1864. 1867. 1878.

6) *Gerlach.* Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. 11. 1872. pag. 665—693.

7) *Freud.* Centralbl. für med. Wissensch. 1884.

8) *Weigert.* Fortschr. f. innere Medicin. 2. 1884 und 1885.

9) *Th. Meynert.* Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. Bd. 11.

10) — Neue Untersuchungen über Grosshirnganglien und Gehirnstamm. Wiener Akad. Anzeiger. No. 18. 1879.

11) — Skizze des menschlichen Gehirnstammes nach seiner Aussenform und seinem inneren Bau. Arch. f. Psychiatrie. Bd. IV. 1884.

12) — Beiträge zur Kenntniss der centralen Projektion der Sinnesoberflächen. Sitzb. der Wiener Akademie. 59 Bd., II. Abteilung. 1869.

13) — Die Medianebene des Hirnstammes, als ein Teil der Leitungsbahn zwischen der Gehirnrinde und den motorischen Nervenwurzeln. Wiener allg. Zeitung. 1865. 1866.

14) — Über Unterschiede im Gehirnbau des Menschen und der Säugetiere. Mitteil. d. Wiener anthropol. Gesellschaft. 1870. No. 4.

15) — Studien über die Bestandteile der Vierhügel. Zeitschr. für Wissensch. Zoologie. Bd. 17. 1867.

16) — Psychiatrie. Anatomische Einleitung. Wien. 1884.

17) *P. Flechsig.* Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen dargestellt. 20 Tafeln. Leipzig. 1876.

18) — Über Systemerkrankungen im Rückenmark. Arch. der Heilkunde Bd. XVIII. 1877. Bd. XIX. 1878.

19) — Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Leitungsbahnen im Gehirn des Menschen. Arch. f. Anat. u. Physiologie. 1881.

20) — Plan des menschlichen Gehirnes. Leipzig. 1883.

21) *Gudden.* Experimentaluntersuchungen über das periphérische und centrale Nervensystem. Arch. f. Psychiatrie Bd. II. 1870.

22) — Über die Kreuzung der Fasern im Chiasma nervorum opticorum. Arch. f. Ophtalm. Bd. XX, Abt. II. 1874, Bd. XXI, Abt. III, 1875. Bd. XXV, Abt. I, 1879. Bd. XXV, Abt. IV, pag. 237.

23) — Über einen bisher nicht beschriebenen Nervenfaserstrang im Gehirne der Säugetiere und des Menschen. Arch. f. Psych. Bd. XI, 1870.

24) — Untersuchungen über die Haubenregion. Arch. f. Psych. Bd. VII. 1877.

25) — Referat auf dem Naturforscherkongress zu Magdeburg. 1884.

26) *Türck.* Sitzb. d. Wiener Akademie. Bd. VI. 1851. Bd. II. 1853.

27) *Waller.* Sur la réproduction et sur la structure et les fonctions des ganglions spinaux. Müllers Arch. 1852.

28) *W. M. Bechterew* und *P. J. Rosenbach*. Zur Physiologie der Intervertebralganglien. Über die Veränderungen des Rückenmarkes nach Durchschneidung von Nervenwurzeln. Zeitschr. f. klinische u. forens. Psych. und Neuropathologie. Heft I. 1884. — Neurol. Centralbl. 1884.

29) *Charcot*. Leçons sur les maladies du syst. nerv. 1874.

30) *Roller*. Die Schleife. Arch. f. mikroskop. Anatomie 1881.

31) *Flourens*. Recherches expérim. sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. 1842.

32) *W. M. Bechterew*. Über die Bestandteile der Hinterstränge des Rückenmarkes auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen. „Arzt" No. 51. 1884 (russisch). — Neurolog. Centralbl. No. 2. 1885.

33) — Über die zwei, den mittleren Kleinhirnschenkel bildenden Bündel. „Arzt" No. 9. 1885 (russisch).

34) — Zur Anatomie der Schenkel des Kleinhirnes, insb. der Brückenarme. Neurol. Centralbl. No. 6. 1885.

35) — Über zwei Faserbündel der medialen Abteilung des hinteren Kleinhirnschenkels und über die Entwickelung der Akustikusfasern. „Arzt" No. 25. 1885.

36) — Über die innere Abteilung des Strickkörpers und den achten Hirnnerven. Neurol. Centralbl. No. 7. 1885.

37) — Über eine bisher unbekannte Verbindung der grossen Oliven mit dem Grosshirn. Neurol. Centralbl. No. 9. 1885.

38) — Über die Schleifenschicht bei fötalen menschlichen Gehirnen. Bericht der math.-phys. Klasse der königl. sächsischen Gesellschaft der Wissensch. 1885.

39) — Über die Fasern der grauen Substanz des Rückenmarkes. Protokolle der psychiatr. Gesellsch. zu St. Petersburg pro 1885.

40) — Die Faserung des vorderen Kleinhirnschenkels. Protokolle der psychiatr. Gesellschaft zu St. Petersburg pro 1885.

41) — Über einen besonderen Bestandteil der Seitenstränge

des Rückenmarkes und den Ursprung der grossen aufsteigenden Trigeminuswuszel. „Arzt“ No. 26. 1885. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1886. Anat. Abt.

42) — Über die Bestandteile der sog. Seitenstrangreste des Rückenmarkes. „Arzt“ No. 29. 1885. (russisch).

43) — Über die Längsfasern der Formatio reticularis auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen, und über die Verbindungen des Nucleus reticularis tegmenti. „Arzt“ No. 6. 1886. (russisch).

44) — Über die Längsfaserzüge der Formatio reticularis medullae oblongatae et pontis. Neurol. Centralbl. No. 15. 1885.

45) — Über die Verbindungen der oberen Oliven und deren wahrscheinliche physiologische Bedeutung. „Arzt“ No. 32. 1885. Ref. in Neurol. Centralbl. pro 1885.

46) — Zur Frage der sekundären Degenerationen der Fasern des Pedunculus cerebri. Zeitschr. f. klin. u. forens. Psychiatr. 1885. Heft I.

47) — Ein neuer Fall von Degeneration der Fasern des lateralen Abschnittes der Basis pedunculi cerebri (des sog. Türckschen Bündels). „Russ. Medicin“ No. 33. 1885.

48) *Rossolimo.* Ein Fall von totaler Degeneration eines Hirnschenkelfusses. Neurol. Centralbl. No. 7. 1886.

49) *L. O. Darkschewitsch.* Über die hintere Kommissur des Gehirnes. Neurol. Centralbl. No. 5. 1885. — Einige Bemerkungen über den Faserverlauf in der hinteren Kommissur des Gehirnes. Neurol. Centralbl. No. 5. 1886.

50) *L. O. Darkschewitsch* u. *Freud.* Über die Beziehungen des Strickkörpers zum Hinterstrangkern neben Bemerkungen über zwei Felder der Oblongata. Neurol. Centralbl. No. 6. 1886.

51) *B. Baginsky.* Über den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchen. Sitzb. d. Kgl. preuss. Akademie der Wissensch. 25. Febr. 1886.

52) *Gowers.* Bemerkungen über die antero-laterale aufsteigende Degeneration im Rückenmark. Neurol. Centralbl. No. 5. 1886.

53) *Schiff.* Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. 1858—1859.

54) — Über die Erregbarkeit des Rückenmarkes. Pflügers Archiv. Bd. XXX.

55) *Brown-Sequard.* Vorlesungen über Physiologie und Pathologie des Centralnervensystems, gehalten in Royal College of surgeons of England. (Übers. von Simonow. St. Petersburg. 1867).

56) — Nouvelles recherches sur le trajet des diverses espèces de conducteur d'impressions sensitives dans la moelle épinière. Arch. de phys. 1868.

57) *K. W. Woroschilow.* Der Verlauf der motorischen und sensiblen Bahnen durch das Lendenmark des Kaninchens. Bericht der math.-phys. Klasse d. k. Gesellsch. d. Wiss. zu Leipzig. 1874.

58) *Longet.* Anatomie et Physiologie du système nerveux. I. 1846.

59) *W. M. Bechterew.* Über die Function des halbzirkelförmigen Kanäle des häutigen Labyrinths. Med. Bibliothek. Dezember 1882. (russisch). — Pflügers Arch. f. d. gesammte Physiologie. Bd. XXX.

60) — Über die Bahn zur Übertragung des Lichtreizes von der Retina auf den Nervus oculomotorius. Arch. f. Psychiatrie, Neurologie und forens. Psychopath. 1889.

61) — Zur Physiologie des Körpergleichgewichtes. Über die Funktion der centralen grauen Substanz des III. Ventrikels. Mil. med. Journal pro 1883 (russisch) Pflügers Arch. 1883.

62) — Über die Verbindung der sg. peripheren Organe des Gleichgewichts mit dem Kleinhirn. Versuche mit Durchschneidung der Kleinhirnschenkel. „Russ. Medicin" 1884. Pflügers Archiv. Bd. XXXIV.

63) Über die Funktion der Sehhügel. Zeitschr. f. klin. u. forens. Psychiatr. Heft I. 1885.

64) — Die Physiologie der motorischen Zone der Grosshirnrinde. Charkow 1887 (russisch).

65) — Über die Lokalisation der Hautsensibilität und des Muskelgefühls auf der Oberfläche der Grosshirnhemisphären. „Arzt" No. 30. 1883 (russisch). — Neurol. Centralbl. No. 18. 1883.

66) — Über die bei Zerstörung der Grosshirnrinde auftretenden Zwangsbewegungen. „Russ. Med." No. I und III. 1885. — Virch. Arch. September 1885.

67) *L. Edinger.* Zur Kenntnis des Verlaufes der Hinterstrangfasern in der Medulla oblongata und im unteren Kleinhirnschenkel. Neurol. Centralbl. No. 4. 1885.

68) — Zehn Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. Leipzig.

69) *K. A. Misslawsky.* Über das Atmungscentrum. Inaug.-Dissert. Kasan 1885 (russisch).

70) *Monakow.* Experim. Beitrag zur Kenntnis des Corpus restiforme, des äusseren Akustikuskerns und deren Beziehungen zum Rückenmark. Arch. f. Psychiatrie. Bd. XIV. Hft. I.

71) — Neue experimentelle Beiträge zur Anatomie der Schleife. Neurol. Centralbl. No. 12. 1885.

72) — Experim. und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Beziehungen der sog. Sehsphäre zu den infrakortikalen Optikuscentren und zum N. opticus. Arch. f. Psychiatrie. Bd. XIV. Hft. III; Bd. XVI. Hft. I, II.

73) — Experim. Untersuchungen über Hirnrindenatrophie Neurol. Centralbl. No. 22. 1883.

74) — Experim. Beiträge zur Kenntnis der Pyramiden und der Schleifenschicht. Corresp.-Blatt f. Schweizer Ärzte. 1884. No. 6. u. 7.

75) *P. Vejas.* Experim. Beiträge zur Kenntnis der Verbindungsbahnen des Kleinhirns und des Verlaufs der Funiculi graciles und cuenati. Arch. f. Psychiatr. Bd. XVI.

76) *Hitzig.* Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874.

77) *Ferrier.* The function of the brain. London 1876.

78) *Munk.* Zur Physiologie der Grosshirnrinde. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1878.

79) *C. Wernicke.* Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. Bd. I. Kassel 1881.

80) — Ein Fall von Ponserkrankung.

81) *Mancopf.* Zeitschr. f. klin. Med. 1884. Bd. VII. Suppl.-Heft.

82) *P. J. Kowalewsky.* Das Verhältnis des Linsenkerns zur Hirnrinde bei Menschen und Tieren. Sitzber. d. Akad. d. Wissensch. III. Abt. Bd. LXXXVI. Jahrg. 1882.

83) *Witkowsky.* Beiträge zur Pathologie des Gehirns. Arch. f. Psychiatrie 1883. XIV. 2.

84) *L. Minor.* Zur Frage der Bedeutung des Corpus striatum. Inaug.-Dissert. Moskau 1882.

85) *W. F. Tschish.* Untersuchungen zur Anatomie der Gehirnganglien des Menschen. Berichte der math.-phys. Klasse der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften. 1886.

86) *Onufrowitsch.* Experim. Beitrag zur Kenntnis des Ursprungs des N. Acusticus des Kaninchens. Archiv f. Psychiatrie. Bd. XVI. Heft III.

87) *Richter.* Zur Frage der optischen Leitungsbahnen des menschlichen Gehirns. Arch. f. Psychiatrie. Bd. XII. Heft 3.

88) *P. Mayser.* Experim. Beitrag zur Kenntnis des Baues des Kaninchenrückenmarkes. Arch. f. Psychiatrie. VII.

89) *P. Schiefferdecker.* Beitrag zur Kenntnis des Faserverlaufes im Rückenmark. Arch. f. mikrosk. Anatomie. X. 1884.

90) — Über Regeneration, Degeneration und Architektur des Rückenmarkes. Virchows Arch. Bd. 67. 1876.

91) *A. F. Erlitzky.* Über die Veränderungen des Rückenmarkes nach Amputationen beim Hunde. Inaug.-Dissert. St. Petersburg 1879.

92) *J. Henle.* Handbuch der Nervenlehre des Menschen. 1879.

93) *Schwalbe.* Lehrbuch der Neurologie. 1881.

94) *C. Wernicke.* Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. Anat. Einleitung. Kassel. Bd. I. 1881.

95) *J. Luys.* Recherches sur le système nerveux cerebro-spinale. Paris 1865.

96) — Das Gehirn, sein Bau und seine Verrichtungen. Internat. wissensch. Bibliothek. Bd. XXVI. 1877.

97) *Forel.* Untersuchungen über die Haubenregion. Arch. f. Psychiatrie. Bd. VII. 1877.

98) *A. Pawlowsky.* Über den Faserverlauf in der hinteren Gehirnkommissur. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 24. 1874.

99) *F. Schnopfhagen.* Beiträge zur Anatomie des Sehhügels und dessen nächster Umgebung. Sitzb. d. Wiener Akademie. Bd. 76. III. Abt. 1877.

100) *S. Ganser.* Über die vordere Hirnkommissur der Säugetiere. Arch. f. Psychiatrie. Bd. IX. 1878.

101) — Über die periphere und centrale Anordnung der Sehnervenfasern und über das Corpus bigeminum anterius. Arch. f. Psychiatrie. XVI. 2.

102) *E. C. Spitzka.* Über einige durch die „Atrophie-Methode“ erzielte Resultate, hauptsächlich die Commissura posterior betreffend. Neurol. Centr. No. 11. 1885.

103) *J. Singer.* Über sekundäre Degeneration im Rückenmark des Hundes. Sitzb. der Wiener K. Akademie der Wissensch. III. Abt. 1881. Bd. LXXXIV.

104) *Schultze.* Beitrag zur Lehre von der sekundären Degeneration im Rückenmark des Menschen etc. Arch. f. Psychiatrie Bd. XIV. Heft 2.

105) *N. Löwenthal.* Dégénérations secondaires ascendants dans la bulbe rachidienne, dans le pont et dans l'étage supérieur de l'isthme. Revue méd. de la Suisse Rom. 10. 1885.

106) *Singer* und *Münzer.* Abh. d. math.-naturw. Klasse d. k. k. Akademie der Wissenschaften. Wien 1890.

107) *Waldeyer.* Abh. der Königl. Preuss. Akademie d. Wissensch. zu Berlin i. J. 1888. Berlin 1889.

108) *Wagner.* Centralbl. f. Nervenheilkunde. IX. 1886.

109) *Rossolimo.* Zur Frage über den weiteren Verlauf der Hinterwurzelfasern im Rückenmark. Neurol. Centralbl. 1886. No. 17.

110) *Lenhossék.* Arch. f. mikroskop. Anatomie. XXXIII.

111) *N. M. Popow.* Arch. de Neurologie. XVII. 1889.

112) *Auerbach.* Anat. Anzeiger. VI. 1890.

113) *Takaks.* Über den Verlauf der hinteren Wurzelfasern im Rückenmark etc. Neurol. Centralbl. 1887.

114) *Löwenthal.* Revue méd. de la Suisse Rom. VI. pag. 529. 1886.

115) *Krauss.* Neurol. Centralbl. IV. 1885.

116) *Nathan Loewenthal.* Inaug.-Dissert. Genève 1885.

117) *Sherington.* Journal of Physiol. VI. 1886.

118) *Flechsig.* Neurol. Centralbl. IX. 1890.

119) *Ramón y Cajal.* Anat. Anzeiger. No. 3. 1889.

120) *Monakow.* Berlin. Gesellsch. f. Psych. Neurol. Centralblatt. 1885.

121) *Kölliker.* Sitzb. d. phys.-med. Gesellsch. 1890. — Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. LI.

122) *Gaskell.* Journal of Physiol. VII. 1. 1886.

123) *Lenhossék.* Arch. f. mikrosk. Anat. XXXIV.

124) *Mott.* Brain. 1891.

125) *Friedländer* und *Krause.* Fortschr. d. Med. 1886. Dez.

126) *Lissauer.* Beitrag zum Faserverlauf im Hinterhorn des menschlichen Rückenmarkes etc. Arch. f. Psych. Bd. XVII. 2. 1886

127) *Baginsky.* Virch. Arch. CXIX. 1890.

128) — Neurol. Centralbl. VIII. 1889.

129) *Monakow.* Über den Ursprung und den centralen Verlauf des Akustikus. Korresp. Bl. f. schweiz. Ärzte. XVII. 5. 1887.

130) *Ziehen* und *Kückenthal.* Denkschr. d. med. Naturwiss. zu Jena. III. 1. Jena 1889.

131) *His jun.* Arch. f. Anat. u. Physiol. Suppl.-Bd. 1889.

132) *Freud.* Monats-Schr. f. Ohrenheilk. 1886.

133) *Singer* und *Münzer*. Denkschriften der math.-nat. Klasse d. k. k. Akademie d. Wissensch. LV. Bd.

134) *Böttiger*. Inaug.-Dissert. 1889. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankheiten. XXII. 1889.

135) *Perlia*. Fortschr. d. Med. VII. 2. 1889.

136) *L. O. Darkschewitsch*. Graefes Arch. XXXVII.

137) *Delbrück*. Neurol. Centralbl. 1890. pag. 206.

138) *Bellonci*. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XLVII. 1888.

139) *Mingazzini*. Annali di freniatria 1890. II. Fasc. 4. 1890.

140) *Gudden*. Allg. Zeitschr. f. Psychiatrie.

141) *Dees*. Arch. f. Psych. u. Nervenkrankh. XX. 1888.

142) *Koch*. Untersuchungen über den Ursprung und die Verbindungen des N. hypoglossus in der Medulla oblongata. Arch. f. mikrosk. Anatomie. XXXI. 1887.

143) *Dees*. Über den Ursprung u. den centralen Verlauf des N. accessorius Willisii. Allg. Zeitschr. f. Psych. XLIII. 4. 1887.

144) *Mendel*. Über den Kernursprung des Augenfacialis. Berlin. Med. Gesellsch. 9. Novbr. 1887. Neurol. Centralbl. VI. 23. 1887.

145) *Edinger*. Über die Bedeutung des Corpus striatum. Verhandl. d. Versammlung südwestdeutscher Neurologen u. Irrenärzte in Strassburg. 1887. Arch. f. Psych. XIX. 1. 1887.

146) *Cionini*. Sulla struttura della glandula pineale. Riv. Sper. di Freniatr. XII. 1887.

147) *Freud*. Neurol. Centralbl. IV. 1885.

148) *L. O. Darkschewitsch*. Arch. f. Anat. u. Phys. 5 und 6. 1885. Neurol. Centralbl. IV. 1885.

149) *W. M. Bechterew*. Zur Frage über den Ursprung d. Höhrnerven und über die physiol. Bedeutung d. N. vestibularis. Neurol. Centralbl. 1887.

150) *Mingazzini*. Gaz. med. di. Roma. XVI. 1890.

151) *Kölliker*. Anat. Anzeiger. VI. No. 14 und 15, pag. 427.

152) *V. Gudden*. Augenbewegungsnerven. Ges. Abhandlungen. Edingers Bericht pro 1888.

153) *Perlia.* Arch. f. Ophthalmol. XXXV. 1889.

154) *L. O. Darkschewitsch.* Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1889.

155) *Edinger.* Arch. f. Psych. XVI. 3. pag. 858. 1885.

156) *Westphal.* Über einen Fall von chronisch. progr. Lähmung d. Augenmuskeln. Arch. f. Psych. XVIII. 3. 1888.

157) *L. O. Darkschewitsch.* Zur Anatomie d. Glandula pinealis. Neurol. Centralbl. No. 2. 1886.

158) *Lenhossék.* Anat. Anzeig. II. 14. 1887.

159) *Vincenzi.* Sulla fina anatomia dell' oliva bulbare dell' uomo. Atti della R. Academia medica di Roma. 2. 3. XIII. 3. 1886—1887.

160) *Blumenau.* Neurol. Centralbl. No. 19. 1890. Orig. Mitt.

161) *Holm.* Die Anatomie u. Pathologie d. dorsalen Vaguskern. Neurol. Centralbl. No. 3. 1892.

162) *Auerbach.* Morphol. Jahrb. 1888, pag. 373.

163) *Koppen.* Neurol. Centralbl. VIII. 1889.

164) *Mingazzini.* Bull. della R. Acad. med. di Roma 1888—1889.

165) *Schütz.* Arch. f. Psych. Bd. XXII. 3. 1891.

166) *Sioli.* Centr. f. Nervenheilk. XI. 1888.

167) *Edinger.* Anat. Anzeiger IV. 4. 1889.

168) *Spitzka.* New-York med. journ. Okt. 1888.

169) *Werdnig.* Wien. med. Jahrb. 1888—1889.

170) *Kölliker.* Sitzb. d. physikal.-med. Ges. zu Würzburg 1889.

171) *Held.* Der Ursprung des Markes der Vierhügelgegend. Neurol. Centralbl. 16. 1890. Orig. Mitt.

172) *Flechsig.* Neurol. Centralbl. 4. 1890. Orig. Mitt.

173) *Spitzka.* Neurol. Centralbl. pag. 24. 1885.

174) *Freud.* Neurol. Centralbl. IV. 1885. 12.

175) *L. O. Darkschewitsch* und *Pribytkow.* Neurol. Centralbl. No. 14. 1891. Orig. Mitt.

176) *Jakowenko.* Psychiatr. Anzeiger. Heft II. pro 1889. pag. 73. (russisch.)

177) *Spitzka.* The intra-axial course of the auditory tract. 1886.

178) *Monakow.* Bericht über die 62. Vers. deutscher Naturforscher u. Ärzte zu Heidelberg. 1889.

179) *Lenhossék.* Beobachtungen am Gehirn des Menschen. Anat. Anzeiger. II. 14. 1887.

180) *Edinger.* Anat. Anzeiger. II. 1887. pag. 27.

181) *Nussbaum.* Über die wechselseitigen Beziehungen zwischen den centralen Ursprungsgebieten d. Augenmuskelnerven. Wien. Med. Jahrb. 1887.

182) *Sherington.* Journ. of physiologie. 1889.

183) *Lenhossék.* Anat. Anzeiger. 1889.

184) *Jelgersma.* Nederl. tijdschr. voor Geneesk. 1887. Ref. in Schmidts Jahrb. Bd. CCXIX.

185) *Ziehen.* Arch. f. Psych. XVIII.

186) *Schraeder.* Inaug.-Dissert. 1884.

187) *Monakow.* Arch. des sciences physiques et naturelles. XX. III. 1888.

188) *Meyer.* Arch. f. Psych. XVII. 1886.

189) *Monakow.* Über sekundäre Degenerationen etc. Sitzb. d. Gesellsch. d. Ärzte zu Zürich am 6. Febr. 1886. Schw. Corresp. 1886.

190) *L. O. Darkschewitsch.* Über die sog. primären Optikuscentren u. ihre Beziehung zur Grosshirnrinde. Arch. f. Anat. u. Phys. 1886.

191) *Flechsig* und *Hösel.* Centralwindungen als Centralorgan der Hinterstränge. Neurol. Centralbl. 14. 1890.

192) *Monakow.* Corresp. Bl. f. schweiz. Ärzte. XX. 1890.

193) *Viller.* Thèse. 1888. Nancy.

194) *Löwenthal.* Note rélative à l'atrophie unilaterale de la colonne de Clarke etc. Revue méd. de la Suisse Rom. 1886.

195) *Mendel.* Deutsche med. Wochenschr. XV. 47. 1889.

196) *Zacher.* Arch. f. Psych. Bd. XXII.

197) *Friedmann.* Einiges über Degenerationsprozesse im Hemisphärenmarke. Neurol. Centralbl. 1887.

198) *Richter.* Arch. f. Psych. XVI. 1885.

199) *Monakow.* Arch. f. Psych. XXI. 1889.

200) *H. Kreuser.* Allg. Zeitschr. f. Psych. Bd. XLVIII.

201) *L. O. Darkschewitsch.* Zur Anatomie d. corp. quadrig. Neurol. Centralbl. pag. 251. 1885.

202) Prof. *Bianchi* und Dr. *d'Abundo.* Die ins Gehirn und Rückenmark herabsteigenden experim. Degenerationen etc. Neurol. Centralbl. No. 17. 1886.

203) *Bianchi* und *d'Abundo.* La psychiatria. 1886.

204) *C. Beevor.* On prof. Hamiltons theory concerning the corpus callosum. Brain 1885. 1886.

205) *Blumenau.* Arch. f. Anat. u. Physiologie 1890.

206) *N. M. Popoff* und *P. Flechsig* (Zusatz). Ursprungsgebiete d. Fasern d. vorderen Kommissur in d. Hirnrinde des Menschen. Neurol. Centralbl. 1886. 22.

207) *Mondini.* Ricerche macro- i microscopiche sui centri nervosi. Torino. 1887.

208) *Onufrowitsch.* Das balkenlose mikrocephale Gehirn Hoffmann. Arch. f. Psych. XVIII. 2.

209) *Schnopfhagen.* Die Entstehung d. Windungen des Grosshirns. Wien 1890.

210) *Langley* and *Grünbaum.* Journ. of physiologie 1891. pag. 606 bis 628.

211) *Ramón y Cajal.* Gaceta médica cotolana. 1890. Ref. in Neurol. Centr. 1891. No. 22.

212) *Hossnegger.* Recueil de Zool. Suisse. V. 2. pag. 201. 1890.

213) *Marchi.* Sulla degenerazioni consecutive all' estirparzione totale e parziale del cerveletto. Rivista sperim. di Freniatria. 1886.

214) *Marchi.* Rivista sperim. di freniatria. XIII. 1888.

215) *Mingazzini.* Arch. par le scienze med. XIV. II. Ref. in Schmidts Jahrb. pro 1890. pag. 207.

216) *Bum.* Neurol. Centralbl. 1888.

217) *Edinger.* Bericht d. Vers. südwestdeutsch. Neurol. u. Irrenärzte in Baden. 1886.

218) *Marchi.* Sull' origine e decarso dei peduncoli cerebellari etc. Florenz.

219) *Brasset.* Contribution à l'étude des connexions du cervelet. Paris 1891.

220) *Edinger.* Neurol. Centralbl. 1885. pag. 73.

221) *Forel* unter Mitwirkung v. Dr. *Mayser* und Dr. *Ganser.* Über das Verhältnis der experim. Atrophie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Centralnervensystems. Festschrift zur Feier des 25jähr. Doktor-Jubiläums d. Prof. Dr. K. W. v. Nägeli und Prof. Dr. A. v. Kölliker. Zürich 1891.

222) *W. M. Bechterew.* Über die relative Ausbildung und die Schwankungen der Lage der Pyramidenstränge beim Menschen u. bei Tieren, und über den Gehalt dieser Stränge an frühzeitiger angelegten Faserzügen. Med. Rundschau pro 1890 (russisch). — Neurol. Centralbl. No. 24. 1890; 1891. pag. 107.

223) *Kaes.* Neurol. Centralbl. 15. 1891.

224) *W. M. Bechterew.* Zur Frage üb. die äusseren Associationsfasern der Grosshirnrinde. Med. Rundschau No. 22. 1891 (russisch). — Neurol. Centralbl. No. 22. 1891.

225) *W. L. Muratoff.* Sekundäre Degenerationen des Balkens. „Arzt" No. 42. 1892 (russisch).

226) *Ramón y Cajal.* Sur la structure de l'écorce cérébrale des quelques mammifères. 1891.

227) *Marchi.* Rivista di freniatria. XVII. 3. 1891.

228) *Cramer.* Beiträge zur pathol Anatomie u. zur allg. Pathologie. XI. 1. 1891.

229) *Mingazzini.* Internat. Monatsschrift f. Anat. u. Physiol. VIII. 1891.

230) *Otti* et *Rossi.* Arch. ital. de Biologie. 1891.

231) *M. D. Lawdowsky.* Vom Aufbau des Rückenmarkes. Arch. f. mikrosk. Anatomie. Bd. XXXVIII.

232) *H. Held.* Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn. Arch. f. Anatomie u. Physiologie. Anat. Abt. 1892. Heft 1. 2.

233) *Bogroff.* Südruss. Med. Zeitg. No. 3. 1892 (russisch).

234) *Kirilzeff.* Zur Lehre vom Ursprung und centralen Verlauf des Akustikus. Med. Rundschau. 1892 (russisch).

235) *W. M. Bechterew.* Über die striae medullares s. acusticae des verlängerten Markes. Med. Rundschau. 1892. (russisch.) — Neurol. Centr. 1892.

236) *Hösel.* Die Centralwindungen — ein Centralorgan der Hinterstränge und des Trigeminus. Arch. f. Psych. Bd. XXIV. Hft. 2.

237) *Ramón y Cajal.* Sur la fine structure du lobe optique des oiseaux et sur l'origine réelle des nerfs optiques. Internat. Monats-Schr. f. Anat. u. Physiol. VIII. 9. No. 1. 1891.

238) *Bernheimer.* Über die Sehnervenwurzeln des Menschen. Ursprung, Entwickelung und Verlauf ihrer Markfasern. Wiesbaden 1891.

239) *L. O. Darkschewitsch.* Über die Kreuzung von Sehnervenfasern. Arch. f. Ophthalmol. XXXVII. 1. 1891.

240) *Hebold.* Der Faserverlauf im Sehnerven. Neurol. Centralblatt 1891.

241) *Barbacci.* Die sekundären Systeme aufsteigender Degeneration des Rückenmarkes. Centralbl. f. allg. Pathol. u. pathol. Anatomie. Mai 1891.

242) *A. Gehuchten.* La structure des centres nerveux. 1891.

243) *Blumenau.* Zeitschr. f. klin. u. forensische Psychiatrie. VIII. 2. 1891.

244) *Zacher.* Beiträge zur Kenntnis des Faserverlaufs im pes pedunculi etc. Arch. f. Psych. XXII. 3. 1891.

245) *Marchi.* Rivista di freniatria. XVII. 3. 1891.

246) *Mingazzini.* Recherches complémentaires sur le trajet du pedunculus medius cerebelli. Internat. Mon.-Schr. f. Anat. u. Phys. VIII. 7. 1891.

247) *Gudden.* Beitrag zur Kenntnis der Wurzeln des Trigeminusnerven. Allg. Zeitsch. für Psychiatrie. XLVIII. 1. 2. 1891.

248) *Blumenau.* Einige Bemerkungen über den äusseren Kern des Keilstranges. Neurol. Centralbl. 19. 1891.

249) — Über den äusseren Kern des Keilstranges im verlängerten Mark. Neurol. Centralbl. 8. 1891.

250) *P. Flechsig.* Über die Verbindungen der Hinterstränge mit d. Gehirn. Neurol. Centralbl. 5. 1885.

251) *Sala.* Sull' origine del nervo acustico. Monitoro Zoologico Italiano. 1891. No. 11. Sep.-Abdr.

252) *Auerbach.* Beitrag zur Kenntnis der ascendierenden Degeneration des Rückenmarkes etc. Virch. Arch. CXXIV. 1. 1891.

253) *Muchin.* Zur Lehre vom histologischen Aufbau des verlängerten Markes. Arch. f. Psychiatr., Neurologie u. forens. Psychopathologie. 1892.

254) *W. M. Bechterew.* Über die centralen Endigungen des Vagus und über die Faserbestandteile des sog. solitären Bündels der Oblongata. Zeitschr. f. klin. u. forens. Psychiatrie. I. 1887.

255) — Über die centralen Endigungen des N. trigeminus. Zeitschr. f. klin. u. forens. Psychiatrie. V. 1887.

256) — Zur Frage über die Bestandteile der Hinterstränge des Rückenmarkes. Med. Rundschau No. 17. 1887 (russisch).

257) — Über die hinteren Wurzeln, den Ort ihrer Endigung in der grauen Rückenmarksubstanz und ihre centrale Fortsetzung. Zeitsch. f. klin. u. forens. Psychiatrie. V. 1887. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1887.

258) — Über die Bestandteile des Strickkörpers. Zeitschr. f. klin. u. forens. Psychiatrie. 1886. Arch. f. Anat. u. Physiol. Anat. Abt. 1886.

259) — Experimentelle Studien über die Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma nervorum opticorum. Klin. Wochenschr. 1883. Neurol. Centralbl. No. 3. 1883.

Auf einige, hier nicht aufgeführte Schriften ist im Text hingewiesen worden.

Register.

Aberrierendes Bündel 92.
Abfaserungsmethode 2.
Accessorisches Schleifenbündel 84. 107. 109. 110. 154. 157. 177. 178.
Affectbewegungen 59.
Alveus 164.
Ammonshorn 164. 168. 173. 174. 179.
Ansa nuclei lenticularis 86. 166.
„ peduncularis 161.
Associationsfaserna 10. 137. 142. 152. 169. 179.
Atrophia facialis progressiva 72.
Atrophie 6. 16.
Augenmuskeln 74.

Bechterewscher Kern 53.
Bogenfasern der Formatio reticularis 62. 108.
Brachia conjunctiva 76. 113. 114. 177.
Brückenkerne 51. 55. 58. 102. 106.
Brückenschenkel 106.
Brückensystem, laterales (hinteres) 154. 155. 178.
„ „ mediales (vorderes) 154. 157. 178.
Bulbus olfactorius 160. 167. 171. 172. 177.
Burdachsche Bündel 13. 14. 20. 28. 29. 33. 34. 35. 36. 176.

Calamus scriptorius 50. 52.
Capsula interna 153. 154.
„ „ externa 167. 172.
Cauda equina 16.
Centralkanal 51. 52.
Centralwindungen 98. 111. 144. 155. 167. 176. 177. 178.
Centre median 57.
Centrum, vasomotorisches 58.
„ der reflektorischen Augenbewegungen 58.
„ des Optikus 80.
Cerebrales Bündel 134.
Chiasma 74. 177.
Chorda tympani 64.
Ciliarmuskel 74.
Cingulum 172.
Clarkesche Säulen 11. 20. 23. 25. 27. 28. 29. 30. 35. 40. 42. 140.
Commissura baseos alba 170.
Conus medullaris 11.
Corpus callosum 169.
„ dentatum 121. 128. 130. 136.
„ geniculatum 56. 59. 76. 102. 103. 113. 159. 161. 177.
„ mamillare 16. 56. 57. 164.
„ parabigeminum 55. 86.
„ patellare 57.
„ restiforme 42. 126.
„ subthalamicum 56. 86. 102.
„ trapezoides 53. 59. 95. 98. 111. 117. 177.
Crus septi pelucidi 165.

Dachkern 121. 131. 132. 136.
Degeneration des lateralen Bündels 15.
„ des Burdachschen Bündels 16.

Degeneration, der Gollschen Bündel 16. 17.
„ der Hinterstränge 16. 29.
„ der vorderen Kleinhirnschenkel 16. 136.
„ der Pyramidenbündel 29. 47. 150.
„ des Grundbündels 40. 41.
„ der Seitenstrangreste 40.
„ des Kleinhirnbündels 41. 44.
„ des medialen Bündels 43.
„ des antero-lateralen Bündels 44.
Dorsalmark 28. 29. 41.

Endbäumchen 31.
Exstirpation des Hypoglossus 61.
„ des Vagus 62.

Fascia dentata Tarini 164.
Fasciculus antero-lateralis 33. 43. 50. 97. 176. 178.
„ longitudinalis inferior 172.
„ longitudinalis superior 171.
„ longitudinalis subcallosus 171.
„ retroflexus 99.
„ solitarius 62. 64.
„ uncinatus 172.
„ verticalis 173.
Färbungsmethoden 3. 13.
Fibrae externae posteriores 128.
„ arcuatae anteriores 68. 90. 115. 128.
„ arcuatae posteriores 91. 128.
„ arcuatae propriae 173.
„ propriae externae 174.
Fila olfactoria 167.
Fimbria 164.
Flocke 137.
Fontänenkreuzung 101. 119.
Forceps anterior 169.
„ posterior 170.
Forelsche Kreuzung 102.
Formatio reticularis 50. 91. 178.
Fornix 164. 179.
Fuss des Grosshirnschenkels 82. 98. 106. 107.

Ganglion interpedunculare 55. 94. 99.
Gehirnkommissuren 169.
Gehörcentrum 148. 159.
Gehörfunktion 59.
Geruchscentrum 148.
Geschmacksempfindungen 148.
Gesichtsfunktion 59.
Glandula pinealis 56.
Gleichgewichtsfunktion 57. 58. 121. 141. 149.
Globus pallidus 56. 86. 99. 102. 161. 162. 165.
Glomeruli olfactorii 151.
Goldpräparate 3. 13.
Golgi 13. 50.
Gollsche Bündel 14. 15. 16. 28. 29. 33. 34. 35. 36. 176.
Grenzschicht der grauen Substanz 37. 38. 42.
Grosshirnganglien 9. 143. 157.
Grosshirnhemisphären 143.
Grundbündel 20. 26. 29. 37. 38. 39. 42. 91. 97. 133. 176. 178.
Guddensche Kommissur 75. 76. 103.
Guddensches Haubenbündel 100. 178.
Gyrus fornicatus 172. 173.
„ fusiformis 173.
„ hippocampi 172.
„ sigmoides 147. 149.
„ uncinatus 148.

Halbzirkelförmige Kanäle 122. 130.
Halsmark 39. 49.
Hämatoxylin 3. 13.
Haube 82.
Haubenbündel, centrales 104. 130. 179.
Haubenkreuzung, ventrale 99.
Hauptschleife 83. 84. 87. 176.
Hinterhorn 12. 13. 14. 15. 20. 21. 22. 23. 24. 26. 27. 29. 30. 32. 36. 38. 40. 49. 51.
Hinterstrang 16. 21. 22. 24. 29. 30. 31. 32. 33. 36. 82. 86. 178.
Hirnnerven, motorische 107. 117. 154. 178.
„ sensible 109. 116.
Hirnstamm 49.
Höhlengrau des III. Ventrikels 56. 58.

Insula Reilii 157. 172. 178.
Iris 74.

Karmin 3.
Kern des Abducens 53. 58. 70. 118.
„ des Accessorius 26.
„ des Akustikus 52. 53. 58. 59. 66. 67. 111. 116. 177.
„ Burdachscher 56.
„ centraler oberer 54. 58. 94.
„ centraler unterer 52. 58. 83. 93. 98.
„ des Corpus trapezoides 53.
„ Deitersscher 53. 95. 115. 131. 177.
„ des Facialis 52.
„ des Glossopharyngeus 52. 64.
„ der Hinterstränge 16. 108. 158.
„ des Hypoglossus 52. 61.
„ der Keilstränge 50. 82. 83. 128. 162.
„ des Kleinhirns 68.
„ Luysscher 56.
„ des Okulomotorius 55. 70. 73. 95. 99.
„ des Optikus 76.
„ respiratorischer 52. 93. 98.
„ roter 16. 55. 99. 101. 153. 158.
„ der lateralen Schleife 54. 113.
„ des Seitenstrangs 44. 50. 97. 106. 176.
„ des Trigeminus 54. 71.
„ des Trochlearis 55. 73.
„ des Vagus 52. 62.
„ des hinteren Vierhügels 55.
„ der zarten Stränge 36. 50. 82. 87. 90. 128. 176.
Klaustrum 172.
Kleinhirn 90. 102. 121.
Kleinhirnschenkel, vorderer 135. 176. 177. 179.
„ mittlerer 132.
„ hinterer 126. 177.
Kleinhirnseitenstrang 27. 32. 33. 38. 41. 97. 126. 140. 176.
Kochsches Markfeld 120.
Kollateralen 17. 22. 24. 31. 32. 175.
Kommissur, des Rückenmarkes, vordere 20. 25. 28. 29. 30. 32. 38. 39. 40. 176.
Kommissur des Rückenmarkes, hintere 21. 22. 30. 176.
„ des Gehirnes, vordere 168. 170.
„ des Gehirnes, hintere 73. 77. 95. 99. 103. 153. 158. 179.
„ graue 29. 32.
Kommissurenfasern 32.
Kommissurenzellen 31.
Kontact 24. 175.
Kranzfasern des Thalamus 16.
Kreuzung der Pyramiden 45.
„ hintere 82. 108. 128. 176.
Kugelkern s. Nucleus globosus.

Laminae medullares 162. 165.
Längsbündel, dorsales 119.
„ hinteres 70. 73. 94. 103. 118.
Längsfurche, hintere 30. 36.
Längsspalt, vorderer 38.
Lendenanschwellung 28. 30. 41.
Lichtreflex der Pupille 77.
Linsenkern 76. 107. 162.
Linsenkernschlinge s. Ansa nuclei lenticularis.
Lobus frontalis 160. 168. 169. 172.
„ parietalis 147. 155. 158. 162. 173. 176. 177.
„ temporalis 155. 159. 161. 170. 172. 177. 178.
„ occipitalis 158. 160. 171. 172. 177.
Locus coeruleus 54.

Markscheidenbildung 4.
Methode der Atrophie 6.
„ der sekundären Degenerationen 6. 32.
„ embryologische 4. 32. 82.
„ der Behandlung mit Farbstoffen 3.
„ pathologisch-physiologische 8.
„ der fortlaufenden Schnittreihen 2.
„ vergleichend-anatomische 4.
„ der Versilberung 4. 22. 31.
„ der Vivisektion 7.
Meynert'sche Kommissur 79. 86. 103.
Missbildungen des Nervensystemes 6.
Mitralzellen 152.

Muskulatur, quergestreifte 25.

Nebenoliven 51.
Nervenfasern 1.
Nervenzellen 1.
Nervus abducens 69.
„ accessorius 12. 26. 27.
„ acusticus 65. 86. 126.
„ facialis 68.
„ glossopharyngeus 63. 177.
„ hypoglossus 61.
„ ischiadicus 16.
„ lingualis 64.
„ oculomotorius 73.
„ opticus 59. 74. 116. 177.
„ trigeminus 71. 177.
„ trochlearis 72.
„ vagus 26. 62. 177.
Nucleus ambiguus 27. 52. 62. 64.
„ arciformis 51. 68. 90.
„ angularis (vestibularis) 53. 117. 131.
„ centralis s. Kerne.
„ caudatus 150. 165. 179.
„ emboliformis 121. 136.
„ funiculi anterioris 52. 58.
„ funiculi teretis 52.
„ globosus 121. 131. 136.
„ habenulae 56. 77. 99. 161.
„ lemnisci lateralis 55.
„ lenticularis s. Linsenkern
„ innominatus 56. 105.
„ reticularis tegmenti 53. 58. 87. 94. 98. 100. 102. 103.
„ supraopticus 57.
„ tractus peduncularis transversi 56.
Nystagmus 123.
Oberwurm 42. 127. 128. 176.
Oliven, untere 51. 57. 88. 96. 123. 126. 129. 179.
„ obere 53. 58. 95. 111. 118. 126. 131. 140.
Olivenzwischenschicht 83.
Optikusbahn 81.
Pahl 3.
Parietalauge 78.
Pedunculus cerebelli s. Kleinhirnschenkel.
Pedunculus conarii 77. 161. 165.
„ corporis mamillaris 100. 179.
„ flocculi 137.
„ thalami optici 160. 161.
Pfropf s. Nucleus emboliformis.
Pikrokarmin 3.
Processus reticularis 50.
Projektionsfasern 10. 152.
Protoplasmafortsätze 11.
Psychoreflexe 59. 161.
Pulvinar 57.
Purkinjesche Zellen 138.
Putamen 150. 162. 165. 179.
Pyramiden 51. 97.
Pyramidenbündel 16. 30. 32. 33. 37. 38. 44. 97. 107. 154. 155. 178.
Pyramidenkern 51. 68.
Pyramidenseitenstrang 37. 82. 178.
Pyramidenvorderstrang 37. 178.
Pyramidenzellen 169. 174. 175.

Ramus cochlearis 65. 113. 177.
„ vestibularis 65. 115. 130. 135. 139. 177.
Ramón y Cajal 13.
Randzone 13. 14. 15. 22.
Reflexcentra 12. 58.
Reitbahnbewegungen 148.
Retina 74. 80.
Riechlappen 168. 171.
Rindenlokalisationen 144.
Rindenfeld, motorisches 144.
„ sensibles 146.
Rindenwurzel des Traktus 78.
Rostrum corporis callosi 170.
Rückenmark 11.

Sakralteil 30.
Schenkel des Thalamus s. pedunculi thalami.
Schleife 40. 59. 82. 84. 110. 111. 113. 153. 154. 176. 177.
Schneider'sche Membran 151. 177.
Segmentale Anlage des Rückenmarkes 12.
Sehbündel, Gratioletsches 159.
Sehcentrum 148.

Seitenhorn 12. 21. 25. 26. 28. 38. 39. 50.
Seitenstrang 26. 28. 29. 31. 36. 37. 38. 40. 41. 176.
Seitenstrangbündel, mediales 37. 42.
Septum pellucidum 165.
Silberoxyd, salpetersaures 13.
Solitäre Hinterhornzellen 11. 25. 29.
Spinales Bündel 133. 140.
Spinalganglien 22.
Stabkranz des Thalamus 160. 178.
Stäbchen 80.
Stirnwindungen 16. 97. 111. 144. 157. 178.
Striae medullares 68. 114.
Strickkörper s. Corpus restiforme.
Subiculum cornu Ammonis 172. 174.
Substantia ferruginea 54. 72.
„ gelatinosa 51.
„ gelatinosa Rolandi 11. 13. 20. 21. 23. 25. 29.
„ nigra 55. 82. 107. 108. 154. 157.
„ perforata anterior 165. 172. 173.
Sulcus cruciatus 144. 146.
Sympathisches System 25.

Tabes dorsalis 35.
Taenia thalami 165.
Tangentialschicht 173.
Tapetum 171.
Tectum opticum 81.
Tegmentum semiovale 157.
Thalamus opticus 56. 59. 76. 77. 88. 99. 102. 113. 159. 160.
Tractus intermedio-lateralis s. Seitenhorn.
„ olfactorius 168.
„ opticus 74. 161. 177.
„ peduncularis transversus 56. 78.
Trigeminuswurzel 51. 116.
Tuber cinereum 56. 57.
Tuberculum acusticum 53. 111. 177.

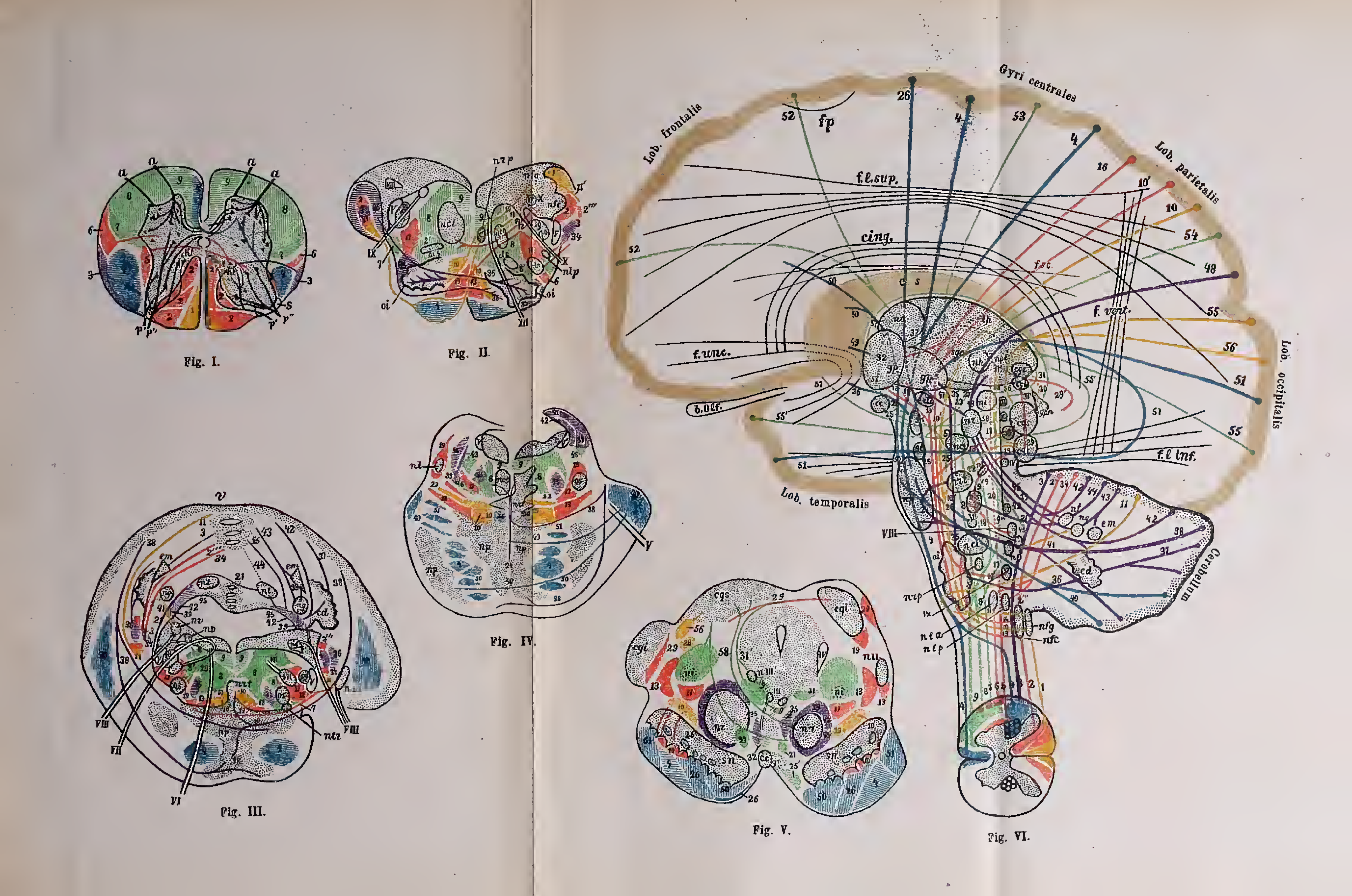
Untersuchungsmethoden des Faserverlaufes 1.

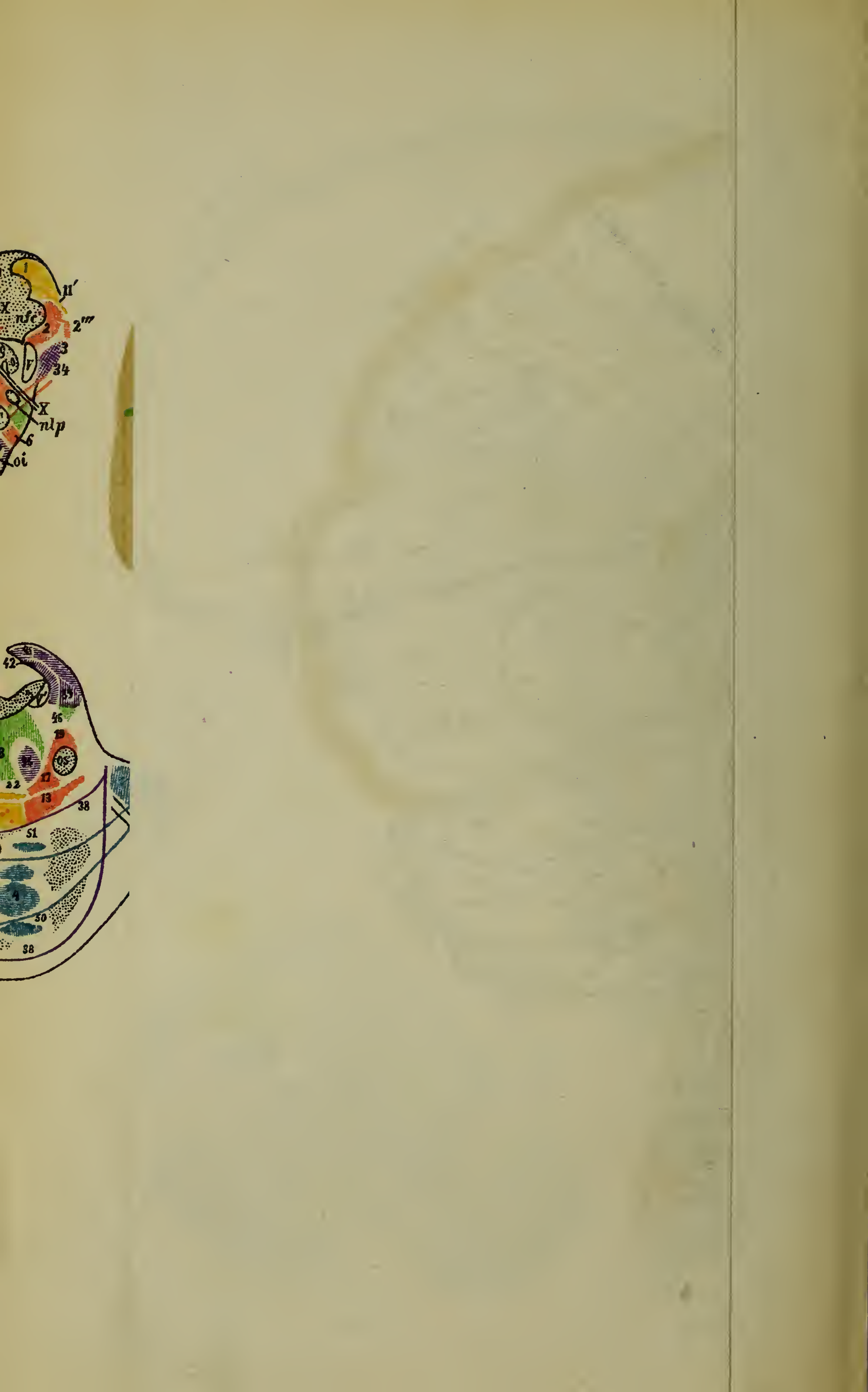
Velum medullare anterius 72.
Vicq d'Azyrsches Bündel 16. 100. 178.
Vierhügel 59. 76. 86. 101. 111. 118. 153.
Vorderhorn 20. 23. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 38. 39. 41. 50.
Vorderstrang 20. 28. 31. 32. 37. 38. 41.
Vorderstrangkern s. nucl. funic. anterioris.

Weigert 3. 13.
Wurzelbündel 15.
Wurzelgebiete 13. 14. 20. 22. 23. 36.
Wurzeln, hintere 13. 14. 15. 16. 20. 22. 23. 24. 27. 29. 36. 40. 176.
„ vordere 24. 25. 26. 27. 29. 38. 39. 178.
Wurzelzonen 35.

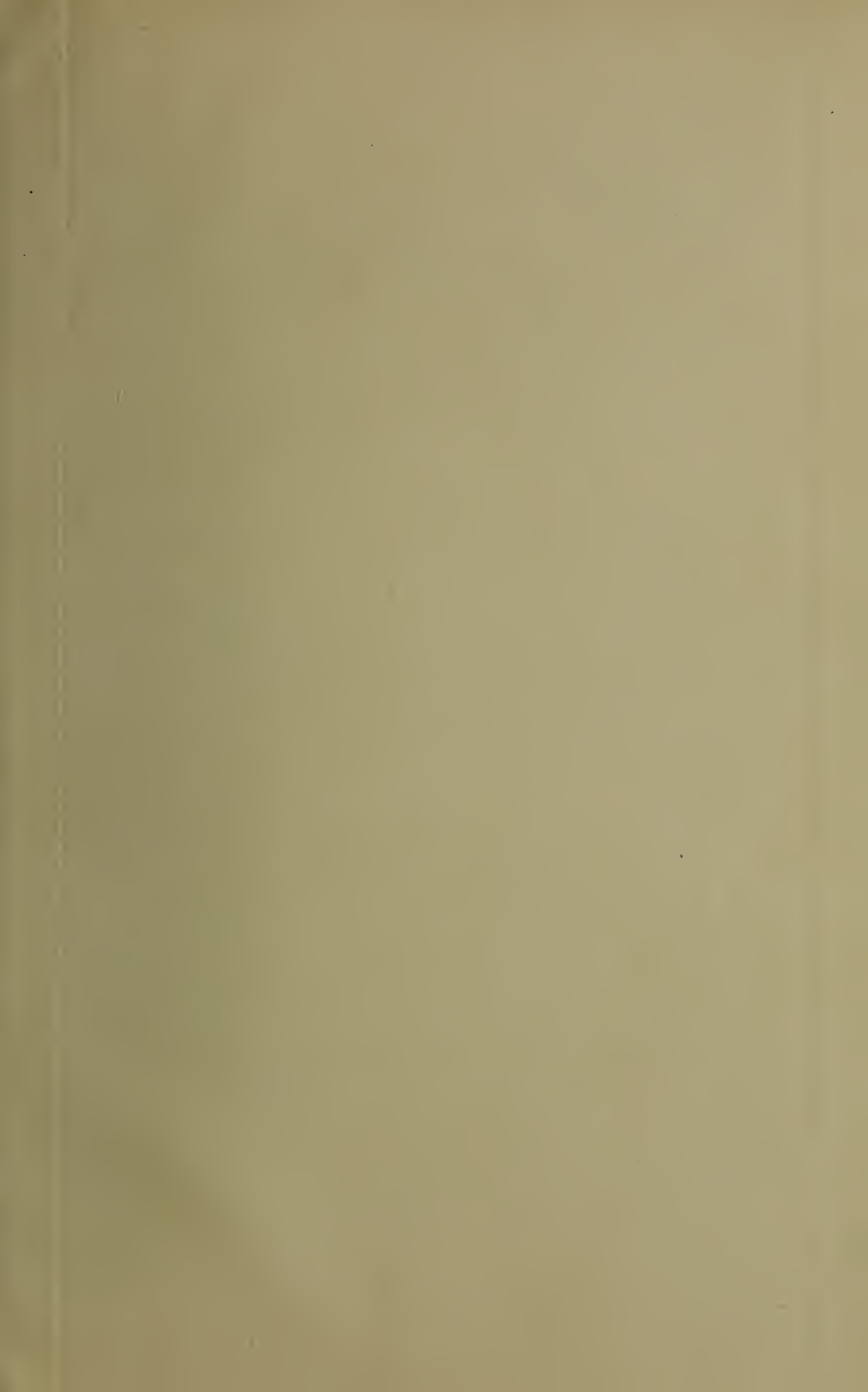
Zapfen 80.
Zellgruppen des Hinterhornes 12.
Zellgruppe des Seitenhornes 12.
„ centrale, des Rückenmarkes 11.
Zirbel 77.
Zone, mediane 35. 36.
Zwangsbewegungen 123. 150.




Fig. I.
Fig. II.
Fig. III.
Fig. IV.
Fig. V.
Fig. VI.
Lob. frontalis
Gyri centrales
Lob. parietalis
Lob. occipitalis
Lob. temporalis
Cerebellum
f.l.sup.
cing.
f.unc.
b.olf.
f.l inf.
f. vert.



11'
nfc
2'''
34
X
nlp
oi
42
13
38
51
50




BRITISH MEDICAL
Library
ASSOCIATION

